Werden und vergehen

Ernst Krause

S 7900.46.20

Harvard College Library

FROM

.....

.....

.....

Digitized by Google

Digitized by Google

Werden und Vergehen

Digitized by Google

Keines verbleibt in derſelben Geſtalt, und Veränderung liebend
Schafft die Natur ſtets neu aus anderen andere Formen,
Und in der Weite der Welt geht nichts — das glaubt mir — verloren.
Wechſel und Tauſch iſt nur in der Form. Entſtehen und Werden
Heißt nur anders als ſonſt anfangen zu ſein, und Vergehen
Nicht mehr ſein wie zuvor . . . . . .

Ovid's Metamorphoſen, überſetzt von Reinhard Suchier, XV. 251—257.

Digitized by Google

Werden und Vergehen

Eine Entwicklungsgeschichte des Naturganzen

in gemeinverständlicher Fassung

von

Carus Sterne

Vierte, verbesserte und vermehrte Auflage

Erster Band

Entwicklung der Erde und des Kosmos, der Pflanzen und wirbellosen Thiere

Mit vielen Textabbildungen und 23 Tafeln in Holzschnitt, Farbendruck ꝛc.

Berlin

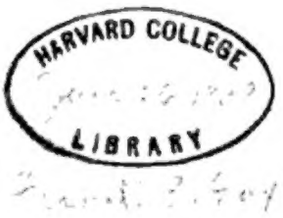
Verlag von Gebrüder Borntraeger

SW 46 Schönebergerstraße 17a

1901

Digitized by Google

S 7900.46.20
NH 3609.01.3



Alle Rechte vorbehalten

Die chromolithographischen Tafeln wurden von Carl Flemming, Aktien-Gesellschaft, Glogau hergestellt; Papier von Sieler & Vogel, Leipzig; Druck von A. W. Hayn's Erben, Potsdam.

Digitized by Google

Seinem lieben Freunde

Ernst Haeckel

gewidmet

Digitized by Google

Vorwort.

Was kann der Mensch im Leben mehr gewinnen,
Als daß sich Gott-Natur ihm offenbare?
Goethe.

Von den äußeren Formen abgesehen, lassen sich schon in ihrem Ursprunge drei Weltanschauungen oder Religionsstufen unterscheiden. Die erste und älteste, in welcher Schleiermacher das Wesen aller Religion ausgedrückt glaubte, enthält die Schöpfung der unfreien, bedrückten und geistig armen Kindheitsvölker, deren Phantasie sich feindliche und freundliche, schadende und hilfreiche übermenschliche Mächte (Dämonen und Gottheiten) schuf, zunächst Vermenschlichungen der Naturgewalten, beladen mit allen nur erdenklichen menschlichen Schwächen.

Eine andere ist die Religion der Unbefriedigten, welche der menschlichen Unzulänglichkeit, Wissens- und Könnens-Beschränktheit, ein an nichts, als an seinen Willen gebundenes, allmächtiges und allwissendes Wesen gegenüberstellen, die den Götzen der niedersten Stufe überragende Gottheit des Wunsches, deren allgemeine Verbreitung unter den gebildeteren Völkern Feuerbach nachgewiesen.

Wir fühlen aber, es giebt noch eine höhere und reinere Religionsübung, die nicht von menschlichen und irdischen Unvollkommenheiten ausgehend, auf deren Abstellung bedacht ist, und daher nur solchen Geistern angemessen sein wird, welche die Grenzen der Menschheit erkannt und, wie Goethe rieth, „im Ganzen resignirt" haben. Ich meine die keinen Vortheil suchende Erhebung über das Gemeine, zu welcher uns eine tief innerliche, ideale und doch zielloſe Anlage hintreibt: jenen Enthusiasmus, der uns zwingt, das Gute zu üben, das Schöne zu bewundern, das Erhabene zu verehren und der verborgenen Wahrheit nachzuspüren. Das war vorläufig nur die Religion der Dichter und Künstler, der Philosophen und Naturforscher, eine um so herrlichere Errungenschaft, je mehr sie sich frei machen konnte, von den zählebigen Wahngebilden der Naturvölker und von der Gottheit des Wunsches, die dem Eigennutze ihre Entstehung dankt. Sie macht glücklich und selig wie die andern Religionen, obwohl sie nur in Idealen lebt, und obwohl sie das Arbeiten und Forschen dem ruhigen

Digitized by Google

Besitze materieller und ideeller Güter vorzieht. Das vornehmste Gesetz dieser Religion der Uneigennützigen ist innere Läuterung durch unablässiges Vorwärtsstreben, das Besterkannte gewollt zu haben, ihre höchste Genugthuung. Naturstudium und Kunstübung werden in ihr als Cultushandlungen betrachtet, Naturforscher und Künstler gelten als Priester der Gemeinde. Denn sie sind es, welche auf anfangs auseinandergehenden, nachher sich treffenden Wegen das Göttliche suchen.

Man hat die Naturforschung nur allzuoft als der Religiosität feindlich hingestellt. Aber sie ist nur dem Aberglauben, dem rohen Fetischdienst und den willkürlichen Menschensatzungen feindlich, nicht dem freien und reinen Enthusiasmus, in dem das Wesen wahrer Religiosität besteht und aus dem alles Große und Erhabene, was wir bewundern, hervorgegangen ist. Wie kein menschlicher Kirchenbau an überwältigender Macht dem Säulentempel des grünen Waldes, dem Sternenzelt, welches ruhig flimmernd das brausende Meer überspannt, gleichkommt, so darf sich keine der vieldurchblätterten Offenbarungsschriften der verschiedenen Völker mit dem so vernachlässigten Buche der Natur vergleichen. Bei seinem Studium erst findet der Mensch sich selber wieder, indem er sich als oberstes Glied, als verschwindender und doch bedeutendster Theil eines ungeheuren Ganzen erkennt. Die Widersprüche spitzfindiger Lehrmeinungen hören auf, ihn zu peinigen, die Vorurtheile der Gesellschaft, der Zwang der Willkürherrschaft verlassen ihn, er fühlt sich erleichtert und zum ersten Male wahrhaft frei, indem er sich den ewigen Naturgesetzen mit Bewußtsein unterordnet. Er findet Balsam für die Wunden, die er im Kampfe um's Dasein davongetragen und Trost für die Enttäuschungen des öffentlichen Lebens. Aber was ihn von Allem am meisten beglückt, ist die Entlastung seiner Vernunft, von den wie ein Alp sie quälenden Zweifeln.

Wer Gelegenheit gehabt hat, in das innere Leben der Menschen den Blick zu lenken, der wird gefunden haben, daß sich zuletzt doch Jeder seine eigene Religion zurechtmacht, daß Jeder sich sagt, soviel kannst du glauben, und mehr nicht, daß es mit einem Worte soviel Religionssysteme wie Köpfe in der Welt giebt. Das Bekenntniß der Naturforscher ist nun unter diesen vielen Weltanschauungen vielleicht das freieste, aber niemals jene rohe fanatische und blutgierige „Religion" so unzähliger „Frommen". Es ist nicht weniger weit entfernt von jenem krassen, die Genußsucht als oberstes Ziel predigenden Materialismus vieler Personen, die sich für Naturkundige ausgeben. Denn der wahre Naturforscher erkennt und verehrt mindestens ebenso innig, wie der sogenannte Gläubige, eine ewige und unendliche, in den Vernunftgrenzen allmächtige, immer fortwirkende, unter Umständen lohnende und strafende Macht, welche das Weltall regiert, und es darf als sehr gleichgiltig erscheinen, ob er ihren Namen mit vier Buchstaben schreibt, wie die meisten Völker der alten Welt, oder mit fünfen. Und auch darin wird er von den klareren Anhängern des Offenbarungsglaubens nicht abweichen, daß er dieser ewigen, unendlichen und allgegenwärtigen Allmacht keine menschen-

Digitized by Google

ähnliche Persönlichkeit, keine menschlichen Leidenschaften, wie Liebe und Haß, zuschreibt.

Wenn wir unser Auge zum nächtlichen Sternenhimmel emporheben, und in seinen Tiefen aufdämmernde Welten erblicken, deren Licht Jahrtausende braucht, um zu uns zu gelangen, wie klein erscheint uns da der Gedanke, daß diese Welten gleichsam wie Gaslaternen auf den Weg gestellt seien, von dem sie leuchten. Wie viel erhebender und gewaltiger ist nicht die Vorstellung, daß auch die Erde ehemals Theil eines leuchtenden Gestirns gewesen ist, welches, wie jene noch leuchtenden, von Ewigkeit mit der Fähigkeit begabt war, unter geeigneten äußeren Umständen Leben und sogar die höhere Form desselben, welche wir als bewußtes Leben unterscheiden, aus sich herauszubilden. Es giebt gedankenlose Geister in Menge, die das unbeschränkte Walten der Naturgesetze im Himmel und auf Erden zugeben, welche die freilich nicht zu läugnende Thatsache, daß die unvollkommneren Pflanzen und Thiere in strenger Stufenfolge den vollkommneren vorausgegangen sind, anerkennen, die so nachgiebig sind, daß sie selbst im gewöhnlichen Laufe der Dinge die Hand übernatürlicher Mächte aus dem Spiele lassen und sich mit Darwin'schen Grundanschauungen einverstanden erklären, aber an drei Punkten eine äußere Hilfe herbeirufen, nämlich hinsichtlich des ersten Ursprunges der Welt, des Lebens im Allgemeinen, und der menschlichen Seele im Besondern. Sogar mancher Naturforscher hat sich in Betreff dieser drei Punkte einer Fahnenflucht schuldig gemacht, ohne zu bedenken, daß er damit seinen Lebensberuf als kindliche Spielerei verurtheilte, und mancher Weisegeborene hat ihm dafür Beifall geklatscht, ohne zu ahnen, daß er nur einen Renegaten vor sich hatte. Denn der echte Naturforscher schwört seinen Glauben nicht so leicht ab, und ist im gewissen Sinne frömmer, als Jene, die ihren Gott nur zuweilen, nur bei besonders schwierigen Punkten in den Weltproceß eingreifen lassen. Er erblickt vielmehr in Allem, was geschieht, Aeußerungen der von ihm verehrten Allmacht, und glaubt, daß ihre Satzungen unabänderlich seien, daß einzig und allein diese Unabänderlichkeit die Mühe lohne, sie zu studiren.

Wem es zur innern Befriedigung dient, dieses einzig Unbewegliche, alles Bewegende, diese immerwährende Ursache, welche wir voraussetzen, aber nicht vollinhaltlich erfassen können, als immerthätige Gottheit zu denken und ihr persönliches Wirken in Allem zu erkennen, was geschieht, in dem Fallen des Steins, wie im Umschwung der Gestirne, der wird sich nie mit den Ergebnissen der Naturforschung in irgend einem Widerstreite befinden. Gegen eine solche folgerichtige Auffassung, die dann weiter folgern wird, daß die Schöpferkraft nach denselben Vernunftgesetzen, durch welche sie das Werk ihrer Kraft erhält, auch die Welt, das Leben, und das Selbstbewußtsein, um diese Begriffe stufenweise auseinander zu halten, erschaffen habe, hat kein Naturforscher etwas einzuwenden, denn sie ist völlig identisch mit seiner eigenen Herzensüberzeugung. Hier begegnet sich der innigste Bibelglaube, der kein Gras wachsen und keinen Sperling vom Dache fallen läßt, ohne

Gottes Willen, mit dem des Naturforschers, und beide bekämpfen vereint nur die Gedankenlosigkeit, bald die anerkannte Allmacht wirken zu lassen und bald nicht. Zwischen den beiden Gottheitsbegriffen dieser im Wesentlichen einigen Verehrer besteht vielleicht nur der Unterschied, daß derjenige des Naturforschers größer und erhabener empfunden ist, befreit von allen Vermenschlichungen, als der reine Urquell alles Seins und Geschehens. Sonst ein Name mit kaum ausgedachtem Inhalt, wird er ihm ein wirklich Lebendiges, dessen Bewußtsein in ihm selber erwacht ist, erst in dunkler, entstellender Vermummung, dann allmälig klarer und reiner, aufsteigend zu dem vollkommenen Anschauen, in welchem die höchste Seligkeit erwartet wird. Wie Alles in der Welt, hat auch der Gottesbegriff seine Entwicklung und entspricht überall genau dem Grade des Erkennens, zu dem die Wissenschaft fortgeschritten ist.

Ursprünglich hinderte kein Studium den Menschen, zu glauben, die Welt sei mit Allem, was darin lebt, in sechs Tagen fertig erschaffen worden. Nun sehen wir aber mit klaren Augen, daß die Weltentwicklung lange vor dem Erscheinen des Menschen durch unendliche Zeiträume fortgegangen ist, und Niemand wird heute mehr glauben wollen, sie sei vor ungefähr sechstausend Jahren mit allen ihren Schichten und Versteinerungen darin auf einmal fertig erschaffen worden. Oder sollen wir einen Augenblick diesem wahnwitzigen Schlusse folgen und uns fragen, welchen Zweck wohl nach dieser Anschauung die Erschaffung zahlloser Fossilien, deren Aufeinanderfolge so deutlich die Entwicklung zum Vollkommneren zeigt, gehabt haben könnte? Dem Buchstabengläubigen, der das Gewicht der paläontologischen Thatsachen begriffen hat, würden sich nur zwei Erklärungen bieten, von denen die eine noch unwürdiger wäre, als die andere. Er müßte nämlich entweder annehmen, die Fossilien seien Versuchsmodelle, um immer vollkommnere Organismen hervorzubringen, oder gar, sie seien mit Absicht in der bestimmten Stufenfolge dem Erdschooße einverleibt worden, um dadurch dermaleinst die Ungläubigen irre zu führen. Wie einst der Jesuit Athanasius Kircher künstliche Alterthümer vergrub, um einem eifrigen Archäologen dadurch einen Fallstrick zu legen, so sei der gewaltige Erdbau nichts als ein großartig angelegter Jesuiten-Betrug, um die Kinder der Weisheit zu Narren zu machen.

In der That, auf solche Irrwege würde der gequälte Menschengeist gedrängt werden, wenn er noch länger an der einfachen, natürlichsten Erklärung vorübergehen wollte, und doch die thatsächlichen Ergebnisse der Erd-Untersuchungen anerkennen müßte. Aber glücklicherweise kann er diese Thatsachen anerkennen, ohne die geringste seiner religiösen Empfindungen Preis zu geben, und dies ist der Punkt, auf welchem der große Brite als Versöhner und Vermittler der verschiedensten Weltanschauungen gepriesen zu werden verdient, weil er die bedrückten Seelen erlöst, und ihnen den Weg zeigt, auf welchem sie, ohne unwahr gegen sich selbst zu werden, Ruhe und

Frieden finden können. Seine Theorie ist eine Erklärung der Thatsachen, sie präjudicirt nichts und läßt Jedem seinen Glauben. Unbenommen bleibt es dem Bedürfnisse eines Jeden, sich an seinen, dem einfachsten Verstande einleuchtenden Entwicklungsgesetzen genügen zu lassen, oder sie als die Mittel und Wege zu betrachten, durch welche die Gottheit diese an Vollkommenheiten und Schönheiten, wie an Häßlichkeiten und Mängeln gleich reiche Schöpfung in's Dasein gerufen. Ja in Anbetracht der letzteren sollten wir Darwin nur um so eifriger dafür danken, daß wir durch seine Entwicklungstheorie von der höchst unwürdigen Vorstellung befreit worden sind, das höchste Wesen wie einen Töpfer oder Automaten-Verfertiger betrachten zu müssen, der auch so vieles Häßliche und Schädliche gemacht habe, oder doch dessen Hervorbringung — wenn man sie einem Teufel in die Schuhe schieben will, — nicht verhindern konnte. In der Entwicklungstheorie finden auch die den Theologen so peinigenden schädlichen Wesen, die Schlangen, die Eingeweidewürmer, Mißgeburten, Unzweckmäßigkeiten, Ansteckungs-Krankheiten und Gebrechen ihre wohlmotivirte Stelle, ohne daß man zu Teufelsspuk und dergleichen Verunglimpfungen einer höheren Religion seine Zuflucht zu nehmen braucht.

Der Gedanke einer mittelbaren Schöpfung der lebendigen Welt hat, wie er schon den Kirchenvätern geläufig war, nicht nur nichts das religiöse Gefühl beleidigendes, sondern vielmehr alle Aussicht, binnen Kurzem allgemein als die würdigste und erhabenste Auffassung des Schöpfungswerkes gepriesen zu werden. Vor hundert Jahren bereits nannte Erasmus Darwin, der in so vielen Richtungen der Vorkämpfer seines Enkels war, die schon ihm aufgegangene Idee, daß alle Dinge der Natur in einem Fortschritte zu immer größerer Vollkommenheit begriffen wären, „eine des Schöpfers aller Dinge angemessene", und in derselben Auffassung finden zahlreiche und namhafte darwinistische Forscher der Jetztzeit Erhebung und Befriedigung. Denjenigen, welche dieses Buch so heftig und an der öffentlichsten Stelle des Landes angegriffen haben, muß ich daher erwidern, daß sie ihre Zeit und die religiösen Bedürfnisse ihrer Mitmenschen nicht verstehen. Ich halte es für die höchste Zeit, in Schule und Haus den Fortschritten der Naturwissenschaft Rechnung zu tragen, und den religiösen Unterricht auf einer dem naturwissenschaftlichen Unterricht entgegenkommenden Grundlage zu reformiren. Die Religion darf sich dem allgemeinen Entwicklungsgange der Menschheit nicht entziehen; als ein im Laufe der Zeiten gewordenes Lehrgebäude, muß auch sie der fortschreitenden Erkenntniß folgen und eine Form zu finden wissen, in welcher auch der mit der Bildung unserer Zeit genährte Mensch Erhebung und Trost finden kann.

Die Ueberzeugung, daß der Kern jeder Religion durch eine Reinigung von den Flecken des Aberglaubens unendlich gewinnen müsse, dürfte zwar heute ein Gemeingut der gebildeten Klassen sein, gleichwohl aber geschieht so gut wie gar nichts, um diese Erkenntniß bei der Erziehung der Jugend

und des Volkes zu verwerthen, und Niemand scheint einzusehen, daß hierin gradezu das dringendste Bedürfniß unseres Erziehungswesens liegt. Die Fortschritte der Naturwissenschaften haben uns in einem früher nie vorhandenen Maße die Unmöglichkeit und Widersinnigkeit einer Reihe von Phantasiegebilden dargethan, die in den religiösen Schriften — der Zeit ihrer Abfassung entsprechend, — als Thatsachen berichtet werden. Jede unserer mathematischen, astronomischen, physikalischen, chemischen, geologischen und biologischen Unterrichtsstunden, untergräbt ohne Aufenthalt und Schonung eine Anzahl der in ihr Bereich fallenden Wunder-Erzählungen, und es droht die Gefahr, daß mit jenen Aeußerlichkeiten, die das eigentliche Wesen der Religion gar nicht berühren, diese selbst dem Kinde unserer Zeit, zweifelhaft, ja lächerlich und verächtlich werden muß. Am meisten unbegreiflich müssen bei dieser Sachlage jene Eiferer erscheinen, die noch heute in einer Betonung des starrsten Buchstabenglaubens die letzte Rettung der Gesellschaft sehen. Diese blinden Zeloten nehmen die schwerste Verantwortung auf sich, denn ihnen wird man den Löwenantheil der Schuld zuschreiben müssen, wenn binnen Kurzem die Gebildeten ganz aus der Kirche gedrängt, und damit den Gemeinden ihr bester Halt geraubt sein wird. Auch jenen entgegengesetzten Weg, den ein berühmter Gelehrter und Politiker wiederholt empfohlen hat, nämlich Religion und Wissenschaft ungestört nebeneinander fortbauen zu lassen, kann ich weder für besonders weise, noch für heilbringend halten. Denn es liegt ja auf der Hand, daß auf diesem Wege die Kluft zwischen den beiden Richtungen des Gemüths- und Verstandeslebens nur immer tiefer und zuletzt unüberbrückbar werden muß.

Im Nachfolgenden ist den äußern Umrissen nach, der Versuch gemacht worden, die Hauptergebnisse der neueren, auf die allgemeine Weltanschauung bezüglichen Forschungen zu einem knappen Gesammtbilde zusammenzufassen. In Bezug auf Abrundung und Einzelnheiten wende ich mich an die Nachsicht kompetenter Beurtheiler und bitte sie, die vielseitigen Schwierigkeiten eines solchen Unternehmens nicht außer Betracht lassen zu wollen. Die Naturwissenschaft ist niemals ein Abgeschlossenes, und auch das heute Erforschte ganz zu umfassen, wird sich kein Lebender rühmen können oder wollen. Andrerseits ist der Stoffreichthum, aus welchem eine möglichst zweckmäßige Auswahl zu treffen war, ein ungeheurer; die Entdeckungen der Paläontologie wie der Entwicklungsgeschichte drängen sich, und erschweren die Aufgabe, ein umfassendes Bild der Weltentwicklung zu geben, auch wenn man dem Streite der Meinungen über Einzelnheiten so viel als möglich aus dem Wege geht. Bei der neuen Auflage ist es mein Bestreben gewesen, das Buch von Neuem gründlich durchzuarbeiten und es unbeschadet seines für weitere Leserkreise berechneten Charakters bis auf die neuesten Forschungen zu ergänzen.

Inhaltsverzeichniß des ersten Bandes.

	Seite
Vorwort	VII
I. Im Reiche des Lichtstrahls	1
II. Aus dem Tagebuche der Erde	58
III. Die Gestalten des Mineralreichs (Krystalle und Edelsteine)	119
IV. Ursprung und Entwicklung des Erdlebens	188
V. Das Reich der Protisten oder Urwesen	187
VI. Die Jugend der Pflanzenwelt (Algen)	214
VII. Das Reich der Einträchtigen (Pflanzenthiere)	241
VIII. Die Vorläufer der höheren Thierformen (Würmer und Wurmverwandte)	268
IX. In Wehr und Waffen (Stachelhäuter)	304
X. Die ersten Hausbesitzer (Weichthiere)	337
XI. Vom Vielfüßler zum Sechsfüßler (Gliederfüßler)	378
XII. Das Kleid der Erde (Landpflanzen)	448

Verzeichniß der Tafeln des ersten Bandes.

1. Marsaufnahmen nach Schiaparelli . . . . . gegenüber von Seite 48
2. Der zunehmende Mond im Alter von 226 Stunden 7 Minuten . . . . „ 48
3. Madreporen-Lagune im großen Australischen Barrièren-Riff (Port Denison) nach Saville Kent . . . . . „ 72
4. Ein Atoll-Archipel . . . . . „ 74
5, 6. Basalt-Landschaft und Basaltsäulen von Kurû Serâï bei Boyabad nach Aufnahmen von G. von Prittwitz . . . . . zwischen Seite 88 u. 89
7, 8. Shini-Mo-Altar und Felsschlucht des Grand Cañon (Colorado-Fluß) zwischen Seite 96 und 97
9. Der „Urwald" der Armandhöhle (Depart. Lozère) . . . gegenüber von Seite 99
10. Erratischer Riesenblock bei Monthey (Wallis) . . . . . „ 105
11. Ideale Sumpflandschaft der Steinkohlenzeit . . . . . „ 166
12. Ideale Landschaft der Jura-Zeit . . . . . „ 174
13. Mitteleuropäische Landschaft der Eocän-Zeit . . . . . „ 184
14. Polystomella strigillata . . . . . „ 206
15. Fortpflanzung und Keimung des Blasentang . . . . . „ 227
16. Röhrenquallen . . . . . „ 264
17. Entwicklung einer Seegarneele (Penaeus) . . . . . „ 387
18. Maskirung bei Krebsthieren . . . . . „ 401
19. Blatt-, Zweig- und Moos-Heuschrecken . . . . . „ 427
20. Die Riesen-Schachtelhalme bei San Nikolas (Ecuador) . . . . . „ 490
21. Pflanzenformen des Steinkohlenwaldes. Nach Entwurf von Dr. H. Potonié „ 497
22. Die Farben-Entwicklung der Veilchen . . . . . „ 530
23. Zusammengesetzte Blumen . . . . . „ 538

I.

Im Reiche des Lichtſtrahls.

Ferner, zu ſagen, es ſei dies herrliche Weltengebäude,
Nur um der Menſchheit willen, von gütigen Göttern erbauet;
— — — — — — — — — — — — — — —
Thöricht erſcheinen, o Freund, Entſtellungen ſolcherlei Art mir.
Denn wenn ich auch die Natur urſprünglicher Stoffe nicht kennte,
Würd' ich mir doch getraun, aus des Himmels Beſchaffenheit ſelber,
Kühn zu behaupten und noch aus mancherlei anderen Gründen,
Dieſer Dinge Natur, mit ſo großen Mängeln behaftet,
Sei nicht von göttlicher Hand ausſchließlich dem Menſchen bereitet

Lucretius Carus, Von der Natur der Dinge.
(V. 158—200.)

Es giebt keine beſſere Einführung in die Erhabenheit des Naturganzen, als ſie der Beſuch eines jener Weltalls-Ausſichts-Plätzchen der Aſtronomen gewährt, auf denen im Verlaufe einer Nachtwache ein großer Theil der Herrlichkeiten des Weltengartens vor uns vorüberzieht. Hinaus ſchweift der Blick durch die ſternenfreien Durchſichten des innern Sterngebäudes, dem unſere mütterliche Sonne als beſcheidene Größe angehört und deſſen äußerſten Umfang die mit Millionen von Sternen beſäete Milchſtraße bezeichnet, in den uferloſen Außenraum des Himmels, wo nach des Dichters Wort:

„Wie Gras der Nacht Myriaden Welten keimen."

Unter den endloſen Stern-Archipelen, welche das Rieſenauge des Fernrohrs hier dem erſtaunten Beſchauer erſchließt, — der es kaum wagt, die Tauſende der Sonnen zu ſchätzen, welche einen einzigen dieſer Schwärme zuſammenſetzen, — gewahren wir an der Grenze des Sichtbaren aufdämmernde Nebeleilande, — die in einem ſanften, gleichmäßigen Lichte erglänzen und an einer dieſer Nebelküſten iſt es, wo unſere Phantaſie zunächſt Anker wirft. Ihr Licht übermittelt uns nach Humboldt's ſchönem Ausdruck, „das älteſte ſinnliche Zeugniß von dem Daſein der Materie im

Raume.“ Wir wissen nicht, welche Zeiträume vergangen sind, seit diese Botschaft, welche in der Secunde vierzigtausend Meilen zurücklegt, von jener Nebelmasse ausging; oft mag die Depesche, welche die Lichttelegraphie heute in unsere Hände liefert, schon zu einer Zeit abgegangen sein, als auf der Erde noch kein Philosoph bereit gewesen wäre, sie zu deuten. Durch die wunderbaren Leistungen der Spektralanalyse sind wir jetzt in den Stand gesetzt, mit großer Wahrscheinlichkeit den Zustand jener leuchtenden Materie zu der Zeit, in welcher ihre Strahlen die Reise durch die Welt antraten, festzustellen; es war nach der vorherrschenden Anschauung derjenige eines glühenden und leuchtenden Gases von ungeheurer Ausdehnung.

So wäre es uns nunmehr vergönnt, klar vor Augen zu sehen, was Anaximenes und die jonische Philosophenschule von dem Urzustande der Materie und dem Werden der Welten geträumt haben, was Tycho Brahe und dem phantasiereichen Kepler vorschwebte, als sie von der Entstehung neuer Sterne aus dem verdichteten Lichtdunste der Milchstraße phantasierten, woran Halley, Lambert, Lacaille, Kant und der ältere Herschel, der Columbus der Nebelwelten, festhielten, so viel auch ihre Gegner, unter denen wir einen Galilei, Cassini und Michell antreffen, dagegen streiten mochten. In der That, die Naturphilosophie hat hier einen großen Sieg errungen, indem sie aussprach, daß auch die Welten ihren Ursprung haben, und daß sie nicht anders entstanden sein können, als aus der Verdichtung und Ballung einer vorher weithin zerstreuten Masse. Mag es sich dabei um Gase oder um eine noch feinere Substanz (verdichteten Lichtäther) oder gar, wie Lockyer in jüngerer Zeit behauptet hat, um staubartige Meteornebel handeln, die durch eine innere Ursache leuchtend werden, so kann man sich kaum dem Gedanken einer Ballung vorher noch weiter, vielleicht gleichmäßig durch den Raum vertheilter Materie in ihrer denkbar einfachsten Form verschließen, doch wollen wir uns darüber nicht in unbeweisbare Phantasien verlieren und wenden uns zunächst zu der Frage nach den Formen dieser leuchtenden Welt-Eier.

Das Teleskop zeigt uns die Nebel in verschiedenen Gestalten, unter denen jedoch diejenigen von kreisrundem, ovalem und weberschiffchenartigem Umriß weitaus in der Mehrzahl sind. Diese drei Erscheinungsformen lassen sich aber auf eine einzige Grundform zurückführen, auf die Linse, welche, je nachdem man sie von vorn, von der Seite oder in schräger Richtung sieht, diese drei in einander übergehenden Ansichten darbietet. Es würde uns nichts hindern, die scheibenförmige Erscheinungsform mancher Nebel auf die „Gestalt der Götter“, als welche ein alter Philosoph die Kugel, die vollkommenste aller Gestalten bezeichnete, zu beziehen, wenn wir uns eine so ausgedehnte Masse in ihrem bewegungslustigsten Zustande, befriedigt in sich selber ruhend, vorstellen könnten. Nein, die Theile eines Gases oder feinsten Aethers können noch weniger ruhen, als die einer Flüssigkeit, welche wir, durch darin vertheilten Staub sichtbar gemacht, unter dem Mikroskope

Fig. 1.1 Photograph of the Moon's surface taken by the Apollo 17 astronauts. The dark areas are lava flows that filled in the lowlands around the mountains. The bright areas are the mountains themselves. The crater in the foreground is about 10 km in diameter. (Courtesy of NASA.)

die ſich ſchon die alten Philoſophen im Eros „der Alles begonnen“ oder in der göttlichen Liebe verkörpert dachten. Worin dieſe „Schwerkraft“, welche die Maſſen verdichtet und vereinigt, ihrem innerſten Weſen nach beſteht, ob ſie in Wahrheit den Namen einer „allgemeinen Anziehung“ verdient, oder ob es ſich etwa um einen „Druck des Weltäthers“ handelt, der die Maſſen gegeneinander treibt, — wie diejenigen glauben, die ſich leichter eine im Rücken wirkende Kraft als eine von innen heraus wirkende vorſtellen können — laſſen wir als unerheblich für unſere Unterſuchung bei Seite; nicht die letzten Urſachen zu zergliedern, ſondern die Geſetzmäßigkeit und Folgerichtigkeit alles Geſchehens darzulegen, iſt der Hauptzweck dieſes Buches.

Den Urſachen der Bewegungen im Weltall hat der Aſtronom Jacob Ennis in neuerer Zeit ſeine Aufmerkſamkeit zugewendet und erheblich zu ihrer Aufhellung durch die im Folgenden kurz wiedergegebenen Betrachtungen beigetragen. Durch allmählige Zuſammenziehung des in dem unendlichen Raume vertheilt geweſenen gasförmigen Weltſtoffes mußte eine unendliche Zahl getrennter nebelförmiger Maſſen ſich bilden, und ähnlich den Wolken in unſerer Atmoſphäre mußten ſie von ungleicher Größe und Geſtalt ausfallen, und ſich in unregelmäßigen Entfernungen von einander befinden, wie dies bereits Newton erörtert hat. Durch die Wirkung der allgemeinen Schwere (Gravitation) werden ſodann diejenigen, die einander näher ſtanden, in einander gefallen ſein, bis die entſtandenen Maſſen ſo weit von einander entfernt waren, daß ſie außerhalb der Grenzen merklicher gegenſeitiger Wirkung lagen. Es iſt in den letzten Jahren gelungen, auch Ortsbewegungen der Nebel feſtzuſtellen, worauf weiter unten zurückzukommen ſein wird. So lange aber ein Nebel in einen andern fiel, konnte er niemals in der Richtung des Gravitationsmittelpunktes fallen, weil er ſich gleichzeitig unter dem Einfluß anderer benachbarter Nebel befand, welche ihn von dem direkten Wege ablenkten und verurſachten, daß er ſtets ſchief zu dem andern ſtoßen mußte. Wenn wir eine ſchwebende Kugel in der Richtung des Mittelpunktes anſtoßen, ſo wird ſie gradaus vorwärts fliegen, wenn wir ſie aber ſeitwärts anſchlagen, ſo wird ſie ſich drehen. Eine ähnliche Wirkung mußte durch das ſeitliche Aufeinanderfallen der Nebel entſtehen, nur daß die Drehung ſich bei den Nebelmaſſen zuerſt nur den äußeren Schichten mittheilen und langſam von außen nach innen fortpflanzen konnte, wobei ſie natürlich entſprechend an Geſchwindigkeit verlieren mußte. Wie ſich letztere nachher, wiederum in Folge der Gravitation, von Neuem ſteigern mußte, werden wir ſpäter ſehen.

Allein das gegenſeitige Zueinanderdrängen der Maſſentheilchen erklärt nicht nur die Entſtehung der Bewegungen im Weltall, ſondern auch die Temperaturzunahme, durch welche jene Nebel zu Wärmeherden wurden, da nach phyſikaliſchen Geſetzen jeder ſich verdichtende Stoff heißer und heißer werden muß. Das pneumatiſche Feuerzeug, in welchem eine plötzlich zuſammengedrückte Luftmaſſe bis zur Weißgluth und Entzündung brennbarer

Kälber erlegt wurde, gibt allein ausgewachsene Bisons von beiden Geschlechtern. Der Bison wandert als geschlossene Herdentier im Mai und Juni nach Norden, im Herbst nach Süden, wobei er sich in mehrere Haufen teilt, die dann in der Regel getrennt bleiben.

Während man von wilden Pferden, auch in Nordamerika, nur bedeutende Herden, aber nicht einzelne Tiere antrifft, kommt es vor, daß man in den Prärien einzelne Büffel findet, die sich von der Herde, aus der sie ausgetreten sind, nicht entfernen. Man hat solche Tiere, die sich in der Nähe der Ansiedelungen aufhielten, eingefangen und mit Kühen gepaart, welche dann Kälber gebaren, die sich ganz wie Hausrinder verhielten.

Bison bei Brunft.

Der Bison ist sehr scheu, und nur in einzelnen Fällen, wenn er verwundet worden ist, oder wenn er sich in der Nähe seiner Kälber befindet, greift er Menschen an. Dann ist er sehr gefährlich. Gewöhnlich sucht er sich durch Flucht zu retten. Er ist ein guter Schwimmer, und wenn er sich in einen Fluß begeben hat, so kann er ziemlich schnell vorwärts kommen. Er ist ein sehr guter Läufer, und wenn er sich in Bewegung setzt, so kann er eine ziemliche Schnelligkeit entwickeln. Sein Gang ist ein schwerfälliger Galopp, der sich in einer Minute 1000 Meter weit fortsetzt. Er kann aber auch eine Zeitlang in einem Trabe laufen, der ihn in einer Minute 600 Meter weit fortbringt. Er ist ein sehr ausdauernder Läufer, und wenn er sich in Bewegung gesetzt hat, so kann er stundenlang laufen, ohne zu ermüden. Er ist ein sehr kluges Tier, das sich leicht an Menschen gewöhnt, und wenn es sich einmal an einen Menschen angeschlossen hat, so folgt es ihm wie ein Hund. Es ist ein sehr gutmütiges Tier, das seine Wut nur dann zeigt, wenn es verwundet worden ist, oder wenn es sich in der Nähe seiner Kälber befindet. Es ist ein sehr gutes Zugtier, das sehr schwere Lasten ziehen kann, und es ist ein sehr gutes Reittier, das sich leicht zähmen läßt. Wenn es sich einmal an einen Menschen gewöhnt hat, so folgt es ihm gerne und ausdauernd.

Fixsternen und Sonnen, während man doch annehmen muß, daß die hohe Temperatur erst bei weiterer Zusammenziehung der Nebelwelten jene Grade erreicht haben kann, die wir den Fixsternen und Sonnen zuschreiben müssen. Eben deshalb hält Lockyer die Nebelwelten für verhältnißmäßig kalte Welten, die aus einer anderen Ursache (z. B. durch elektrische Strömungen, Phosphorescenz u. s. w.) leuchten.

Wie dem auch sein mag, von dem unleugbar dünnen Zustande der ursprünglich den ganzen Raum füllenden Nebelmaterie ausgehend, gelangen wir zu der großartigsten Naturanschauung, welche jemals in das Bewußtsein eines Philosophen getreten ist, zu der Vorstellung von der Substanz Spinoza's, welche in sich untrennbar vereinigt, die Bedingungen zur Entwicklung der körperlichen und der geistigen Welt enthält. Man darf die Nebelflecke natürlich nicht geradezu diesem Begriffe des Ursein's unterschieben wollen, denn sie sind selber bereits eine Entwicklungsstufe, ein Gewordenes, immerhin aber dürfen wir sie wie ein Symbol, des, wie Schelling so wahr sagt, größten Gedankens, der je in eines Menschen Hirn gekommen ist, ansehen, des Identitätsgedankens, in welchem der Naturforscher auch fernerhin seinen alleinseligmachenden Glauben suchen dürfte. Spinoza schrieb seiner Substanz nur zwei Eigenschaften zu, die unendliche Ausdehnung nach außen und das unendliche Denken, als unzertrennbare innere Eigenschaft. An der glühenden Gasmasse der Nebelflecke sind erst die ersten Eigenschaften der Substanz nach beiden Richtungen entwickelt, aber dem Vermögen nach müssen alle künftigen Leistungen in ihr ruhend gedacht werden, und wenn wir den Gedanken des Monismus nach seiner Tiefe erfaßt haben, wie ihn Spinoza begründete, so werden wir keinen Anstand nehmen, ohne fremdes Zuthun aus dieser Gasmasse, der alle Bedingungen dazu innewohnen mochten, die Entwicklung der Mannigfaltigkeit des Weltganzen in der Zeit abzuleiten. Können wir dem glühenden Nebel eine glühende Phantasie gegenüberstellen, so werden wir im Stande sein, in dem Körper jener Doppelgänger unseres eigenen Ursein's, die Keime anderer, ebenso mannigfaltiger, formen- und farbenreicher Schöpfungen wie der unsrigen zu erblicken, ja sie in unsern Träumen vielleicht mit noch vollkommeneren Zukunfts-Wesen zu bevölkern.

Die Himmelsphotographie, welche den Fixsternen und der Sonne, den Planeten und Monden gegenüber, den Astronomen hervorragende Dienste dadurch leistet, daß sie wie eine nie ermattende, die Eindrücke summirende Netzhaut wirkt, und ohne sich von benachbarten glänzenderen Gestirnen blenden zu lassen, auch die kleinsten Gestirne und Planeten — letztere als Linien — auf der Platte festhält, wobei die stärker leuchtenden Sterne allmählich im Durchmesser wachsen, hat den zarten Lichtgebilden der Nebelflecke gegenüber zunächst weniger in die Augen springende Vortheile gebracht. Lichtstarke raumdurchdringende Teleskope waren hier die Haupthilfsmittel und die größte Zahl dieser 1894 in den Nebelkatalogen auf 9369 gestiegenen

Schrift: Kürze. Die Kürzungen, die in Schriften des 9. Jahrhunderts vorkommen, sind sehr mannigfaltig. Sie bestehen teils in Abkürzungen einzelner Wörter, teils in Zeichen, die für ganze Wörter oder Wortteile stehen. Die Abkürzungen einzelner Wörter sind entweder Buchstabenkürzungen, bei denen nur einzelne Buchstaben des Wortes stehen, oder Silbenkürzungen, bei denen nur die Anfangssilben stehen. Die Buchstabenkürzungen sind entweder Anfangskürzungen, bei denen nur der Anfangsbuchstabe steht, oder Endkürzungen, bei denen nur der Endbuchstabe steht, oder Mittelkürzungen, bei denen nur Anfangs- und Endbuchstabe stehen. Die Silbenkürzungen sind entweder Anfangskürzungen, bei denen nur die Anfangssilbe steht, oder Endkürzungen, bei denen nur die Endsilbe steht, oder Mittelkürzungen, bei denen nur Anfangs- und Endsilbe stehen.

Abb. 1. Kürzung.

Abb. 2. Kürzung.

werden — von uns entfernt seien. Das sind Schätzungen, die einer sicheren mathematischen Grundlage entbehren, und in neuerer Zeit hat man aus physikalischen Gründen geschlossen, daß das Licht, wenn es mehr als 787 Siriusweiten zurückgelegt habe, durch die feine, im Weltraum zerstreuete Materie aufgesaugt sein würde, und daß hierin eine natürliche Grenze auch für die größten Verbesserungen optischer Werkzeuge gezogen sei. Hier also wäre der Grund zu suchen, weshalb wir auch in der reineren Atmosphäre der Aequinoctialgegenden außer Stande bleiben, die Unendlichkeit des Weltalls zu überblicken, und weshalb selbst im Teleskope die schwarzblaue Grundtapete des Firmaments, von welcher sich die näheren Fixsterne strahlend abheben, nicht wie die Milchstraße gleichmäßig schimmernd erscheint von dem zusammenfließenden Lichte ferner Welten. Wir würden nach obiger Schätzung die fernsten Welten, deren Licht noch zu unserm Auge dringt, in dem Bildungszustande erblicken, welchen sie vor fünfzehn Jahrtausenden hatten, und damit die Wahrscheinlichkeit gewinnen, daß der Weltbildungsprozeß nicht überall zugleich begonnen, sondern sich in fortwährenden Neubildungen wiederholt habe, denn vor jener Zeitspanne war unsre Sternlinse schon eine unendlich in dem Abkühlungsproceß fortgeschrittene Welt, in der wohl auch schon geistige Mittelpunkte entstanden waren, die über ihr Dasein nachzusinnen begonnen hatten. In den letzten Lichtstätten aber, die das Auge erblickt, findet wohl der Sinn, nicht der ahnende Geist seine Grenze. Weder im Stande die Endlichkeit, noch die Unendlichkeit der Welt ganz ausdenken zu können, weist ihn die Hoffnung, den letzteren Begriff als den vernunftgemäßeren, eher zu bewältigen, auf die Unendlichkeit des Raumes, wie auf die Ewigkeit des Daseins.

Von den Nebeln, die eine gleichmäßig glühende Gasmasse darstellen, wenden wir das Rohr auf einen der größten und merkwürdigsten Nebelflecken des nördlichen Himmels, auf den in recht dunkelklaren Winternächten schon mit bloßen Augen oder mit einem Opernglase erkennbaren Nebel im Schwertgriff des Orion. Wir haben erwähnt, daß viele nüchterne und strengere Geister von dem Dasein sichtbarer Lichtnebel nichts wissen wollten. Wie die Gruppe der Plejaden und der Krippe (im Sternbilde des Krebses), welche einem schwächeren Auge beide als Lichtnebel erscheinen, schon durch die geringste Vergrößerung deutlich in Sternhaufen aufgelöst werden, so sollten sich nach Annahme der bezeichneten Astronomen alle Nebelflecke als ferne Sternhaufen erweisen, wenn man eine hinlänglich starke Vergrößerung anwenden könnte. In der That lösen sich eine große Zahl der in schwächeren Instrumenten als Nebelflecke erscheinenden Gebilde in Sternhaufen auf, die als solche deutlich photographirbar sind (Vergl. Fig. 5), eine Sternenwelt für sich vorstellen und meist eine starke Zusammendrängung der Gestirne gegen das Centrum, ein Auseinandertreten im Umfange zeigen, welche aber theilweise nur als Wirkungen der Perspektive aufzufassen sind. Die kleine, so vielen Völkern der alten und neuen Welt durch ihren Aufgang den

Hall. Mr. Hall Pitt, the actor, is another of the Academy boys who has made a name on the stage. He was born in Bristol, and was educated at the Academy, where he remained until he was fifteen years of age. He then went to Mr. Phelps's company at Sadler's Wells, and afterwards to the Queen's Theatre, Manchester, under Mr. Calvert's management. He has since played in the provinces and in London, and is now a member of Mr. Irving's company at the Lyceum.

MR. HALL PITT.

Mr. Hall Pitt is a tall, handsome man, and has a fine voice. He has played many parts, but is best known as Claudius in "Hamlet," Iago in "Othello," and Mercutio in "Romeo and Juliet."

Linien dieser Sterne auf verbreiterten hellen Linien ruhen. Es scheint kaum allzu kühn, darnach anzunehmen, daß wir hier die Anfänge einer Gestirnweltbildung vor uns haben, die durch ungleiche Verdichtung des Nebels vor den Augen der sich ablösenden Erdengeschlechter vor sich geht. Da wir jetzt im Stande sind, uns unabhängig von den wechselnden Auffassungen der Beobachter objektive Zeugnisse von dem jeweiligen Zustande solcher Nebelmassen zu verschaffen, so ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß wir nach längeren Zeiträumen im Stande sein werden, durch Vergleichung älterer mit jüngeren Aufnahmen wirkliche Veränderungen in dem Zustande dieser kosmischen Massen aufzufinden und schrittweise zu verfolgen. Die durchaus unregelmäßig erscheinende, sogar den Zeichnern Schwierigkeiten bereitende Gestalt dieses Nebels läßt vermuthen, daß in den einzelnen Theilen

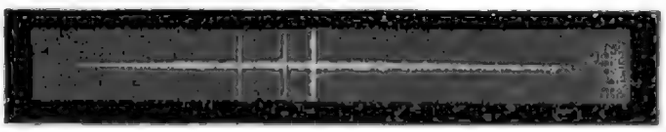


Fig 6
Spectrum eines Nebelfleckes im Drachen.

dieser ungeheuer ausgedehnten Masse, welche Barnard auf der Lickstern-warte in seinen photographischen Aufnahmen über 40 Grade dieses herr-lichsten Sternbildes beider Hemisphären ausgebreitet fand, verschiedenartige Wirbelbewegungen die Oberhand gewonnen haben mögen, wodurch, bei einer theilweisen Deckung und Kreuzung der Bewegungen, die sehr unregel-mäßige Figur dieses Nebels veranlaßt werden mag.

Aber wenn beim Orionnebel noch Zweifel gestattet sind, so kennen wir andere Nebel, die zum Theil sicher bereits in einen festen oder wenigstens flüssigen Zustand übergegangen sind, und die nun neben den drei Licht-linien der echten Nebel, ein, wenn auch lichtschwaches und nur bei sehr durchsichtiger Luft sichtbares, zusammenhängendes Farbenband zeigen. Zu ihnen gehört ein kleiner, aber verhältnißmäßig stark glänzender Nebel-fleck im Sternbilde des Drachen, dessen beistehend abgebildetes Spectrum (Fig. 6) Huggins im August 1864 beobachtete. Für die näheren Um-stände, unter denen sich solche Umwandlungen vollzogen haben und voll-ziehen, sind wir vorläufig auf Vermuthungen angewiesen, aber es liegt in der menschlichen Natur, sich solchen Träumereien hinzugeben, selbst auf die Gefahr hin, später eines Bessern belehrt und mannigfacher Irrthümer über-führt zu werden.

Schon aus den wechselnden Formen der Nebelwelten selber, wie noch mehr aus der inneren Verarbeitung der daran sich knüpfenden Schlüsse geht hervor, daß bei der allmäligen Verdichtung selbst der anfänglich ähn-lichen Nebelmassen sehr verschiedenartige Sternsysteme daraus hervorgehen können. Es wird hierbei unter andern z. B. darauf ankommen, ob die

Nebelmasse schon als solche eine gleichmäßig bis in ihren innersten Kern herabsteigende Wirbelbewegung empfangen hat, und ob diese langsamer oder schneller war, wobei sie sich in dem Maße beschleunigen muß, in welchem sich das ganze Gebilde auf einen geringeren Durchmesser zusammenzieht. Wir werden den Gesetzen dieser Beschleunigung später noch näher zu treten haben, wenn wir von der Planetenbildung sprechen; hier mag es genügen, eines Versuches zu gedenken, welcher diese Beschleunigung der Rotation sehr augenfällig zeigt. Wenn wir einen kleinen Ring inmitten einer etwa fußlangen Schnur zwischen beiden Händen im Kreise schwingen lassen, so können wir die Schwingungsbahn einfach dadurch verengern, daß wir die Hände plötzlich so weit als möglich von einander entfernen. In demselben Augenblicke beschleunigt sich die Rotationsbewegung des Ringes außerordentlich. Diese Beschleunigung muß aber früher oder später, wenn die Anfangsbewegung nicht gar zu langsam war, in der Nähe des Aequators der Nebellinse zur Ablösung von Nebelringen führen, da diese Theile schneller bewegt sind als alle anderen, also zu Erscheinungen im Großen, wie wir sie im kleineren, wenn auch immerhin noch sehr ansehnlichem Maßstabe, am Saturn beobachten, nur daß hier aus den bei der weiteren Zusammenziehung zurückgelassenen äußern Ringen keine Monde oder Planeten, sondern Sonnen oder Fixsterne entstehen. Unser Planetensystem muß uns als Miniatur- und Lehrbild, als der wahre Mikrokosmos des Makrokosmos dienen, nach welchem wir auch die Entstehungsweise des letzteren zu begreifen versuchen können. Die Nebelverdichtungen konnten indessen in einer vielfach von einander abweichenden Weise erfolgen und es läßt sich darin eine viel größere Mannigfaltigkeit als in unserem Planetensystem erwarten.

Wenn z. B. ein Nebel nur eine seichte und langsame Oberflächenbewegung im Anbeginne empfangen hat, so wird er erst sehr spät, nachdem schon der größte Theil seiner Masse sich zu einem Kerne (Centralsonne) verdichtet hat, dahin gelangen, in Folge der Beschleunigung seiner Rotation äquatoriale Nebelringe abzuschleudern, aus denen sich zahlreiche Sterne bilden. Aus sehr großer Entfernung wird ein solches System als Nebel um einen sehr gewaltigen Kern erscheinen, als ein sogenannter Nebelstern. Ein Nebel mit einer etwas stärkeren Anfangsrotation wird zwar im Anfange wenig, aber allmälig mehr Sternzonen am Umfange zurücklassen, und ein linsenförmiges System aus sehr vielen, gegen das Centrum dichter stehenden Sternschichten erzeugen. Ein sehr ausgedehnter Nebel endlich, dessen ursprüngliche Rotation seine gesammte Masse ergriffen hat, kann eine Schwungkraft erlangen, um fast seinen gesammten Inhalt an Weltbaustoff weitab von seinem Mittelpunkte zurückzulassen, und während, wie bei den Ringnebeln (Fig. 1, e und g), die Zusammenziehung fortschreitet, werden seine Ringe zerreißen, und sich zu Sternen verdichten, die ein ringförmiges System bilden, ähnlich dem in der Leyer, oder ähnlich unsrem eigenen Fixsternsystem, dessen Sterne sich hauptsächlich in dem Milchstraßenringe zusammendrängen.

Fig. 10.—Longitudinal section of a young root of *Pisum sativum* showing the meristem and the beginning of the differentiation of the tissues. The section is cut through the center of the root and is therefore not median. The root cap is not shown. The cells of the meristem are not distinguishable. The cells of the pericycle are distinguishable from those of the cortex by their smaller size and more regular arrangement. The cells of the vascular cylinder are distinguishable from those of the pericycle

Gannet *Sula bassana* (Linnaeus, 1758) Irish: *Sulóg* Length: 90–100 cm. Wingspan: 175–180 cm. Weight: 2.5–3.5 kg. Adult: Unmistakable large white seabird with black wingtips and yellow head. Juvenile: Dark brown with white spots. Voice: Harsh croaking. Habitat: Breeds on offshore islands and cliffs; feeds at sea. Status: Breeds at 6 colonies; 60,000 pairs. Resident.

Gannet (*Sula bassana*)

Cormorant *Phalacrocorax carbo* (Linnaeus, 1758) Irish: *Corrmhór* Length: 80–100 cm. Wingspan: 130–160 cm. Weight: 2.5–3.5 kg. Adult: Large black seabird with white throat patch and yellow facial skin. Juvenile: Brown with pale underparts. Voice: Guttural croaking. Habitat: Coastal waters, estuaries, and inland lakes. Status: Breeds at 30 colonies; 3,000 pairs. Resident.

Shag *Phalacrocorax aristotelis* (Linnaeus, 1761) Irish: *Scairt* Length: 70–80 cm. Wingspan: 95–105 cm. Weight: 1.5–2.5 kg. Adult: Dark green seabird with crest in breeding season. Juvenile: Brown with pale underparts. Voice: Grunting. Habitat: Rocky coasts and islands. Status: Breeds at 20 colonies; 1,500 pairs. Resident.

Grey Heron *Ardea cinerea* (Linnaeus, 1758) Irish: *Corr Réisc* Length: 90–98 cm. Wingspan: 175–195 cm. Weight: 1.5–2.5 kg. Adult: Tall grey wading bird with long neck and legs. Juvenile: Duller grey. Voice: Harsh croaking. Habitat: Shallow freshwater and coastal wetlands. Status: Breeds at 60 colonies; 1,200 pairs. Resident.

Little Egret *Egretta garzetta* (Linnaeus, 1766) Irish: *Éigrit Bheag* Length: 55–65 cm. Wingspan: 88–96 cm. Weight: 350–550 g. Adult: Small white heron with black legs and yellow feet. Juvenile: Similar. Voice: Harsh croaking. Habitat: Estuaries and coastal lagoons. Status: Breeds at 3 colonies; 150 pairs. Resident.

Mute Swan *Cygnus olor* (Gmelin, 1789) Irish: *Eala Bhalbh* Length: 140–160 cm. Wingspan: 200–240 cm. Weight: 10–15 kg. Adult: Large white swan with orange bill and black knob. Juvenile: Grey-brown. Voice: Hissing. Habitat: Lakes, rivers, and coastal waters. Status: Breeds at 40 sites; 600 pairs. Resident.

Whooper Swan *Cygnus cygnus* (Linnaeus, 1758) Irish: *Eala Ghlórach* Length: 145–165 cm. Wingspan: 205–235 cm. Weight: 8–12 kg. Adult: Large white swan with yellow and black bill. Juvenile: Grey-brown. Voice: Trumpeting. Habitat: Lakes and wetlands. Status: Winter visitor; 12,000 birds.

Greylag Goose *Anser anser* (Linnaeus, 1758) Irish: *Gé Liath* Length: 74–84 cm. Wingspan: 149–168 cm. Weight: 2.5–3.5 kg. Adult: Large grey goose with pink bill and legs. Juvenile: Similar. Voice: Honking. Habitat: Wetlands and farmland. Status: Breeds at 25 sites; 1,000 pairs. Resident.

Barnacle Goose *Branta leucopsis* (Bechstein, 1803) Irish: *Gé Bhrant* Length: 55–70 cm. Wingspan: 110–125 cm. Weight: 1.2–2.0 kg. Adult: Small goose with black and white plumage. Juvenile: Similar. Voice: Yelping. Habitat: Coastal grasslands and wetlands. Status: Winter visitor; 50,000 birds.

Brent Goose *Branta bernicla* (Linnaeus, 1758) Irish: *Gé Dhubh* Length: 55–60 cm. Wingspan: 110–120 cm. Weight: 1.2–1.8 kg. Adult: Small dark goose with white neck patch. Juvenile: Similar. Voice: Low croaking. Habitat: Coastal mudflats and estuaries. Status: Winter visitor; 10,000 birds.

Mallard *Anas platyrhynchos* (Linnaeus, 1758) Irish: *Lacha Fhiáin* Length: 50–65 cm. Wingspan: 81–98 cm. Weight: 0.9–1.6 kg. Adult: Male has green head and white collar; female mottled brown. Juvenile: Similar to female. Voice: Quacking. Habitat: Freshwater and coastal wetlands. Status: Breeds at 200 sites; 5,000 pairs. Resident.

Teal *Anas crecca* (Linnaeus, 1758) Irish: *Crann Lacha* Length: 34–38 cm. Wingspan: 58–64 cm. Weight: 0.3–0.4 kg. Adult: Male has chestnut head with green eye patch; female mottled brown. Juvenile: Similar to female. Voice: Whistling. Habitat: Freshwater wetlands and coastal lagoons. Status: Winter visitor; 8,000 birds.

Wigeon *Anas penelope* (Linnaeus, 1758) Irish: *Rálach* Length: 45–51 cm. Wingspan: 80–88 cm. Weight: 0.7–1.1 kg. Adult: Male has chestnut head with cream forehead; female mottled brown. Juvenile: Similar to female. Voice: Whistling. Habitat: Coastal wetlands and estuaries. Status: Winter visitor; 20,000 birds.

Pintail *Anas acuta* (Linnaeus, 1758) Irish: *Earrbheannach* Length: 51–66 cm. Wingspan: 81–96 cm. Weight: 0.6–1.1 kg. Adult: Male has long tail and brown head; female mottled brown. Juvenile: Similar to female. Voice: Whistling. Habitat: Coastal wetlands and estuaries. Status: Winter visitor; 1,500 birds.

Shoveler *Anas clypeata* (Linnaeus, 1758) Irish: *Lacha Leathanbhéal* Length: 44–52 cm. Wingspan: 75–84 cm. Weight: 0.5–0.9 kg. Adult: Male has green head and large bill; female mottled brown. Juvenile: Similar to female. Voice: Quacking. Habitat: Freshwater wetlands and coastal lagoons. Status: Winter visitor; 2,000 birds.

Tufted Duck *Aythya fuligula* (Linnaeus, 1758) Irish: *Lacha Tufach* Length: 40–47 cm. Wingspan: 64–72 cm. Weight: 0.6–1.0 kg. Adult: Male has black plumage with tuft; female brown with tuft. Juvenile: Similar to female. Voice: Whistling. Habitat: Freshwater lakes and reservoirs. Status: Winter visitor; 3,000 birds.

Scaup *Aythya marila* (Linnaeus, 1761) Irish: *Lacha Mhór* Length: 42–51 cm. Wingspan: 72–80 cm. Weight: 0.7–1.1 kg. Adult: Male has black head and grey body; female brown. Juvenile: Similar to female. Voice: Whistling. Habitat: Coastal waters and estuaries. Status: Winter visitor; 1,000 birds.

Eider *Somateria mollissima* (Linnaeus, 1758) Irish: *Éadar* Length: 55–71 cm. Wingspan: 88–98 cm. Weight: 1.5–2.5 kg. Adult: Male has white back and black belly; female brown. Juvenile: Similar to female. Voice: Cooing. Habitat: Coastal waters and islands. Status: Breeds at 10 sites; 500 pairs. Resident.

Common Scoter *Melanitta nigra* (Linnaeus, 1758) Irish: *Scótar Dubh* Length: 44–54 cm. Wingspan: 80–90 cm. Weight: 0.9–1.5 kg. Adult: Male entirely black with yellow bill patch; female brown. Juvenile: Similar to female. Voice: Whistling. Habitat: Coastal waters. Status: Winter visitor; 2,000 birds.

Velvet Scoter *Melanitta fusca* (Linnaeus, 1758) Irish: *Scótar Velvet* Length: 51–58 cm. Wingspan: 90–100 cm. Weight: 1.2–1.8 kg. Adult: Male entirely black with white wing patch; female brown. Juvenile: Similar to female. Voice: Whistling. Habitat: Coastal waters. Status: Winter visitor; 500 birds.

Goldeneye *Bucephala clangula* (Linnaeus, 1758) Irish: *Súileach* Length: 42–50 cm. Wingspan: 72–80 cm. Weight: 0.7–1.2 kg. Adult: Male has green head and white cheek patch; female brown. Juvenile: Similar to female. Voice: Whistling. Habitat: Freshwater lakes and coastal waters. Status: Winter visitor; 1,000 birds.

Red-breasted Merganser *Mergus serrator* (Linnaeus, 1758) Irish: *Síolta Rua* Length: 52–58 cm. Wingspan: 80–90 cm. Weight: 1.0–1.5 kg. Adult: Male has green head and red breast; female brown. Juvenile: Similar to female. Voice: Croaking. Habitat: Coastal waters and estuaries. Status: Breeds at 20 sites; 300 pairs. Resident.

Goosander *Mergus merganser* (Linnaeus, 1758) Irish: *Síolta Mór* Length: 58–68 cm. Wingspan: 90–100 cm. Weight: 1.5–2.5 kg. Adult: Male has green head and white body; female brown. Juvenile: Similar to female. Voice: Croaking. Habitat: Freshwater lakes and rivers. Status: Winter visitor; 500 birds.

Red Grouse *Lagopus lagopus* (Linnaeus, 1758) Irish: *Cearc Fhraoigh* Length: 36–42 cm. Wingspan: 56–64 cm. Weight: 0.5–0.8 kg. Adult: Red-brown plumage with white wing bars. Juvenile: Similar. Voice: Crowing. Habitat: Moorland and heather. Status: Breeds at 50 sites; 2,000 pairs. Resident.

Ptarmigan *Lagopus muta* (Montin, 1776) Irish: *Tarmachán* Length: 32–36 cm. Wingspan: 54–60 cm. Weight: 0.4–0.6 kg. Adult: Mottled grey-brown in summer, white in winter. Juvenile: Similar. Voice: Croaking. Habitat: Mountain tops above 600 m. Status: Breeds at 5 sites; 200 pairs. Resident.

Black Grouse *Lyrurus tetrix* (Linnaeus, 1758) Irish: *Coileach Dubh* Length: 53–58 cm. Wingspan: 80–90 cm. Weight: 1.0–1.5 kg. Adult: Male black with white wing bars and lyre tail; female mottled brown. Juvenile: Similar to female. Voice: Bubbling. Habitat: Moorland and forest edge. Status: Breeds at 30 sites; 1,000 pairs. Resident.

Grey Partridge *Perdix perdix* (Linnaeus, 1758) Irish: *Cearc Liath* Length: 29–31 cm. Wingspan: 45–50 cm. Weight: 0.3–0.4 kg. Adult: Grey-brown with chestnut face and barred flanks. Juvenile: Similar. Voice: Creaking. Habitat: Farmland and grassland. Status: Breeds at 40 sites; 1,200 pairs. Resident.

Red-legged Partridge *Alectoris rufa* (Linnaeus, 1758) Irish: *Cearc Rua* Length: 32–34 cm. Wingspan: 52–56 cm. Weight: 0.4–0.5 kg. Adult: Grey-brown with red legs and white throat. Juvenile: Similar. Voice: Chuckling. Habitat: Farmland and grassland. Status: Breeds at 20 sites; 600 pairs. Resident.

Pheasant *Phasianus colchicus* (Linnaeus, 1758) Irish: *Piasún* Length: 53–89 cm. Wingspan: 70–90 cm. Weight: 0.9–1.5 kg. Adult: Male has iridescent green head and long tail; female mottled brown. Juvenile: Similar to female. Voice: Crowing. Habitat: Farmland and woodland. Status: Breeds at 100 sites; 2,000 pairs. Resident.

Quail *Coturnix coturnix* (Linnaeus, 1758) Irish: *Gearrcach* Length: 17–18 cm. Wingspan: 32–36 cm. Weight: 0.1–0.2 kg. Adult: Small brown bird with streaked plumage. Juvenile: Similar. Voice: Wet-my-lips. Habitat: Grassland and farmland. Status: Breeds at 10 sites; 100 pairs. Summer visitor.

Corncrake *Crex crex* (Linnaeus, 1758) Irish: *Traonach* Length: 27–30 cm. Wingspan: 46–50 cm. Weight: 0.1–0.2 kg. Adult: Brown with grey face and chestnut wings. Juvenile: Similar. Voice: Rasping. Habitat: Grassland and meadows. Status: Breeds at 5 sites; 50 pairs. Summer visitor.

Moorhen *Gallinula chloropus* (Linnaeus, 1758) Irish: *Cearc Uisce* Length: 32–35 cm. Wingspan: 50–55 cm. Weight: 0.2–0.4 kg. Adult: Dark grey with red bill and white flank stripe. Juvenile: Similar. Voice: Clucking. Habitat: Freshwater wetlands and reedbeds. Status: Breeds at 100 sites; 1,000 pairs. Resident.

Coot *Fulica atra* (Linnaeus, 1758) Irish: *Cearc Uisce Bhán* Length: 36–38 cm. Wingspan: 70–75 cm. Weight: 0.8–1.2 kg. Adult: Black with white bill and frontal shield. Juvenile: Similar. Voice: Clucking. Habitat: Freshwater lakes and reservoirs. Status: Breeds at 50 sites; 500 pairs. Resident.

Oystercatcher *Haematopus ostralegus* (Linnaeus, 1758) Irish: *Giolla Mear* Length: 40–45 cm. Wingspan: 80–85 cm. Weight: 0.5–0.7 kg. Adult: Black and white with long red bill. Juvenile: Similar. Voice: Piping. Habitat: Coastal mudflats and estuaries. Status: Breeds at 30 sites; 1,000 pairs. Resident.

Avocet *Recurvirostra avosetta* (Linnaeus, 1758) Irish: *Avocet* Length: 42–45 cm. Wingspan: 75–80 cm. Weight: 0.3–0.4 kg. Adult: Black and white with long upturned bill. Juvenile: Similar. Voice: Piping. Habitat: Coastal lagoons and estuaries. Status: Breeds at 1 site; 10 pairs. Resident.

Ringed Plover *Charadrius hiaticula* (Linnaeus, 1758) Irish: *Feadóg Bhallach* Length: 18–20 cm. Wingspan: 50–55 cm. Weight: 0.05–0.07 kg. Adult: Brown with white collar and black breast band. Juvenile: Similar. Voice: Whistling. Habitat: Coastal beaches and mudflats. Status: Breeds at 20 sites; 200 pairs. Resident.

Golden Plover *Pluvialis apricaria* (Linnaeus, 1758) Irish: *Feadóg Mhór* Length: 26–28 cm. Wingspan: 70–75 cm. Weight: 0.2–0.3 kg. Adult: Golden-brown with black belly in summer. Juvenile: Similar. Voice: Whistling. Habitat: Moorland and grassland. Status: Breeds at 50 sites; 1,000 pairs. Resident.

Grey Plover *Pluvialis squatarola* (Linnaeus, 1758) Irish: *Feadóg Liath* Length: 27–30 cm. Wingspan: 75–80 cm. Weight: 0.2–0.3 kg. Adult: Grey with black belly in summer. Juvenile: Similar. Voice: Whistling. Habitat: Coastal mudflats and estuaries. Status: Winter visitor; 2,000 birds.

Lapwing *Vanellus vanellus* (Linnaeus, 1758) Irish: *Pilibín* Length: 28–31 cm. Wingspan: 70–75 cm. Weight: 0.2–0.3 kg. Adult: Black and white with crest and green back. Juvenile: Similar. Voice: Peewit. Habitat: Farmland and grassland. Status: Breeds at 100 sites; 2,000 pairs. Resident.

Knot *Calidris canutus* (Linnaeus, 1758) Irish: *Snag* Length: 23–25 cm. Wingspan: 55–60 cm. Weight: 0.1–0.2 kg. Adult: Grey with red-brown breast in summer. Juvenile: Similar. Voice: Knutting. Habitat: Coastal mudflats and estuaries. Status: Winter visitor; 5,000 birds.

Sanderling *Calidris alba* (Pallas, 1764) Irish: *Gainéad* Length: 20–22 cm. Wingspan: 40–45 cm. Weight: 0.05–0.07 kg. Adult: Grey with white belly in winter. Juvenile: Similar. Voice: Twittering. Habitat: Coastal beaches. Status: Winter visitor; 1,000 birds.

Dunlin *Calidris alpina* (Linnaeus, 1758) Irish: *Gainéad Beag* Length: 16–18 cm. Wingspan: 35–40 cm. Weight: 0.04–0.06 kg. Adult: Grey-brown with black belly in summer. Juvenile: Similar. Voice: Trilling. Habitat: Coastal mudflats and estuaries. Status: Winter visitor; 10,000 birds.

Ruff *Calidris pugnax* (Linnaeus, 1758) Irish: *Ruff* Length: 26–32 cm. Wingspan: 50–60 cm. Weight: 0.1–0.2 kg. Adult: Male has ruff and variable plumage; female smaller. Juvenile: Similar to female. Voice: Grunting. Habitat: Coastal wetlands and grassland. Status: Winter visitor; 500 birds.

Snipe *Gallinago gallinago* (Linnaeus, 1758) Irish: *Naosc* Length: 25–27 cm. Wingspan: 43–46 cm. Weight: 0.1–0.2 kg. Adult: Brown with striped head and long bill. Juvenile: Similar. Voice: Drumming. Habitat: Wetlands and grassland. Status: Breeds at 50 sites; 1,000 pairs. Resident.

Woodcock *Scolopax rusticola* (Linnaeus, 1758) Irish: *Fiach Dubh* Length: 33–38 cm. Wingspan: 55–60 cm. Weight: 0.2–0.4 kg. Adult: Brown with barred plumage and long bill. Juvenile: Similar. Voice: Roding. Habitat: Woodland and forest edge. Status: Breeds at 30 sites; 500 pairs. Resident.

Black-tailed Godwit *Limosa limosa* (Linnaeus, 1758) Irish: *Cuilleann Dubh* Length: 36–44 cm. Wingspan: 70–80 cm. Weight: 0.2–0.4 kg. Adult: Grey-brown with black tail and long bill. Juvenile: Similar. Voice: Whistling. Habitat: Coastal wetlands and grassland. Status: Winter visitor; 1,000 birds.

Bar-tailed Godwit *Limosa lapponica* (Linnaeus, 1758) Irish: *Cuilleann Barrach* Length: 36–42 cm. Wingspan: 70–80 cm. Weight: 0.2–0.4 kg. Adult: Grey-brown with barred tail and long bill. Juvenile: Similar. Voice: Whistling. Habitat: Coastal mudflats and estuaries. Status: Winter visitor; 2,000 birds.

Curlew *Numenius arquata* (Linnaeus, 1758) Irish: *Crotach* Length: 50–60 cm. Wingspan: 90–100 cm. Weight: 0.6–1.0 kg. Adult: Large brown wader with long curved bill. Juvenile: Similar. Voice: Bubbling. Habitat: Coastal mudflats and grassland. Status: Breeds at 50 sites; 1,000 pairs. Resident.

Whimbrel *Numenius phaeopus* (Linnaeus, 1758) Irish: *Crotach Beag* Length: 40–45 cm. Wingspan: 80–85 cm. Weight: 0.3–0.5 kg. Adult: Brown with striped head and long curved bill. Juvenile: Similar. Voice: Whistling. Habitat: Coastal mudflats and estuaries. Status: Winter visitor; 500 birds.

Redshank *Tringa totanus* (Linnaeus, 1758) Irish: *Cosdeargán* Length: 27–29 cm. Wingspan: 60–65 cm. Weight: 0.1–0.2 kg. Adult: Brown with red legs and bill. Juvenile: Similar. Voice: Piping. Habitat: Coastal wetlands and grassland. Status: Breeds at 100 sites; 1,000 pairs. Resident.

Greenshank *Tringa nebularia* (Gunnerus, 1767) Irish: *Glasóg* Length: 30–35 cm. Wingspan: 60–65 cm. Weight: 0.1–0.2 kg. Adult: Grey-brown with green legs and bill. Juvenile: Similar. Voice: Whistling. Habitat: Coastal wetlands and grassland. Status: Winter visitor; 500 birds.

Common Sandpiper *Actitis hypoleucos* (Linnaeus, 1758) Irish: *Gainéad Coitianta* Length: 19–21 cm. Wingspan: 35–40 cm. Weight: 0.04–0.06 kg. Adult: Brown with white underparts and bobbing tail. Juvenile: Similar. Voice: Piping. Habitat: Freshwater and coastal wetlands. Status: Breeds at 50 sites; 500 pairs. Summer visitor.

Turnstone *Arenaria interpres* (Linnaeus, 1758) Irish: *Casaideach* Length: 22–24 cm. Wingspan: 50–55 cm. Weight: 0.1–0.2 kg. Adult: Brown with black and white head pattern. Juvenile: Similar. Voice: Rattling. Habitat: Coastal beaches and rocky shores. Status: Winter visitor; 1,000 birds.

Red-necked Phalarope *Phalaropus lobatus* (Linnaeus, 1758) Irish: *Falcóg Mhuineal Rua* Length: 17–19 cm. Wingspan: 35–40 cm. Weight: 0.03–0.04 kg. Adult: Grey with red neck in summer. Juvenile: Similar. Voice: Whistling. Habitat: Coastal waters. Status: Winter visitor; 500 birds.

Grey Phalarope *Phalaropus fulicarius* (Linnaeus, 1758) Irish: *Falcóg Liath* Length: 19–21 cm. Wingspan: 35–40 cm. Weight: 0.04–0.06 kg. Adult: Grey with red-brown underparts in summer. Juvenile: Similar. Voice: Whistling. Habitat: Coastal waters. Status: Winter visitor; 1,000 birds.

Great Skua *Stercorarius skua* (Brünnich, 1764) Irish: *Mearóg Mhór* Length: 53–58 cm. Wingspan: 130–140 cm. Weight: 1.2–1.8 kg. Adult: Large brown seabird with white wing flashes. Juvenile: Similar. Voice: Harsh croaking. Habitat: Coastal waters and islands. Status: Breeds at 5 sites; 100 pairs. Resident.

Arctic Skua *Stercorarius parasiticus* (Linnaeus, 1758) Irish: *Mearóg Artach* Length: 43–46 cm. Wingspan: 100–110 cm. Weight: 0.4–0.6 kg. Adult: Brown with white wing flashes and long tail. Juvenile: Similar. Voice: Harsh croaking. Habitat: Coastal waters. Status: Breeds at 10 sites; 200 pairs. Summer visitor.

Pomarine Skua *Stercorarius pomarinus* (Temminck, 1815) Irish: *Mearóg Pomarine* Length: 51–56 cm. Wingspan: 120–130 cm. Weight: 0.6–0.9 kg. Adult: Brown with white wing flashes and twisted tail. Juvenile: Similar. Voice: Harsh croaking. Habitat: Coastal waters. Status: Passage visitor; 100 birds.

Long-tailed Skua *Stercorarius longicaudus* (Vieillot, 1819) Irish: *Mearóg Earrfhada* Length: 53–58 cm. Wingspan: 110–120 cm. Weight: 0.3–0.4 kg. Adult: Grey-brown with white wing flashes and long tail. Juvenile: Similar. Voice: Harsh croaking. Habitat: Coastal waters. Status: Passage visitor; 50 birds.

Black-headed Gull *Chroicocephalus ridibundus* (Linnaeus, 1766) Irish: *Faoileán Ceannduibh* Length: 34–37 cm. Wingspan: 100–110 cm. Weight: 0.2–0.3 kg. Adult: Grey with black head in summer. Juvenile: Similar. Voice: Harsh calling. Habitat: Coastal waters and inland lakes. Status: Breeds at 50 sites; 5,000 pairs. Resident.

Common Gull *Larus canus* (Linnaeus, 1758) Irish: *Faoileán Coitianta* Length: 40–46 cm. Wingspan: 120–130 cm. Weight: 0.4–0.6 kg. Adult: Grey with white head and yellow bill. Juvenile: Similar. Voice: Harsh calling. Habitat: Coastal waters and inland lakes. Status: Breeds at 30 sites; 2,000 pairs. Resident.

Lesser Black-backed Gull *Larus fuscus* (Linnaeus, 1758) Irish: *Faoileán Dubhdroma* Length: 53–58 cm. Wingspan: 130–140 cm. Weight: 0.8–1.2 kg. Adult: Grey with black back and yellow bill. Juvenile: Similar. Voice: Harsh calling. Habitat: Coastal waters and inland lakes. Status: Breeds at 20 sites; 1,000 pairs. Resident.

Herring Gull *Larus argentatus* (Pontoppidan, 1763) Irish: *Faoileán Scadán* Length: 55–60 cm. Wingspan: 130–140 cm. Weight: 0.9–1.4 kg. Adult: Grey with white head and yellow bill. Juvenile: Similar. Voice: Harsh calling. Habitat: Coastal waters and inland lakes. Status: Breeds at 40 sites; 3,000 pairs. Resident.

Great Black-backed Gull *Larus marinus* (Linnaeus, 1758) Irish: *Faoileán Mór* Length: 68–78 cm. Wingspan: 160–170 cm. Weight: 1.5–2.5 kg. Adult: Large black-backed gull with white head and yellow bill. Juvenile: Similar. Voice: Harsh calling. Habitat: Coastal waters and islands. Status: Breeds at 10 sites; 500 pairs. Resident.

Kittiwake *Rissa tridactyla* (Linnaeus, 1758) Irish: *Citteog* Length: 38–41 cm. Wingspan: 90–100 cm. Weight: 0.3–0.4 kg. Adult: Grey with white head and yellow bill. Juvenile: Similar. Voice: Harsh calling. Habitat: Coastal cliffs and offshore waters. Status: Breeds at 10 sites; 1,000 pairs. Resident.

Sandwich Tern *Thalasseus sandvicensis* (Latham, 1787) Irish: *Geabhróg Sandwich* Length: 36–41 cm. Wingspan: 80–90 cm. Weight: 0.2–0.3 kg. Adult: Grey with black cap and yellow bill. Juvenile: Similar. Voice: Harsh calling. Habitat: Coastal waters and islands. Status: Breeds at 5 sites; 200 pairs. Summer visitor.

Common Tern *Sterna hirundo* (Linnaeus, 1758) Irish: *Geabhróg Coitianta* Length: 31–35 cm. Wingspan: 70–80 cm. Weight: 0.1–0.2 kg. Adult: Grey with black cap and red bill. Juvenile: Similar. Voice: Harsh calling. Habitat: Coastal waters and islands. Status: Breeds at 10 sites; 500 pairs. Summer visitor.

Arctic Tern *Sterna paradisaea* (Pontoppidan, 1763) Irish: *Geabhróg Artach* Length: 33–39 cm. Wingspan: 75–85 cm. Weight: 0.1–0.2 kg. Adult: Grey with black cap and red bill. Juvenile: Similar. Voice: Harsh calling. Habitat: Coastal waters and islands. Status: Breeds at 5 sites; 200 pairs. Summer visitor.

Little Tern *Sternula albifrons* (Pallas, 1764) Irish: *Geabhróg Bheag* Length: 22–24 cm. Wingspan: 50–55 cm. Weight: 0.05–0.07 kg. Adult: Small grey with black cap and yellow bill. Juvenile: Similar. Voice: Harsh calling. Habitat: Coastal beaches. Status: Breeds at 3 sites; 100 pairs. Summer visitor.

Black Tern *Chlidonias niger* (Linnaeus, 1758) Irish: *Geabhróg Dubh* Length: 23–25 cm. Wingspan: 60–65 cm. Weight: 0.05–0.07 kg. Adult: Grey with black cap and red bill. Juvenile: Similar. Voice: Harsh calling. Habitat: Freshwater lakes and coastal waters. Status: Passage visitor; 50 birds.

Guillemot *Uria aalge* (Pontoppidan, 1763) Irish: *Foracha* Length: 38–43 cm. Wingspan: 60–70 cm. Weight: 0.8–1.2 kg. Adult: Black and white with long pointed bill. Juvenile: Similar. Voice: Harsh calling. Habitat: Coastal cliffs and offshore waters. Status: Breeds at 10 sites; 1,000 pairs. Resident.

Razorbill *Alca torda* (Linnaeus, 1758) Irish: *Scadán* Length: 38–43 cm. Wingspan: 60–70 cm. Weight: 0.6–1.0 kg. Adult: Black and white with deep bill. Juvenile: Similar. Voice: Harsh calling. Habitat: Coastal cliffs and offshore waters. Status: Breeds at 10 sites; 500 pairs. Resident.

Black Guillemot *Cepphus grylle* (Linnaeus, 1758) Irish: *Foracha Dubh* Length: 30–34 cm. Wingspan: 50–55 cm. Weight: 0.4–0.6 kg. Adult: Black with white wing patch and red legs. Juvenile: Similar. Voice: Whistling. Habitat: Coastal cliffs and offshore waters. Status: Breeds at 5 sites; 100 pairs. Resident.

Puffin *Fratercula arctica* (Linnaeus, 1758) Irish: *Puifín* Length: 26–29 cm. Wingspan: 50–55 cm. Weight: 0.3–0.5 kg. Adult: Black and white with colourful bill. Juvenile: Similar. Voice: Harsh calling. Habitat: Coastal cliffs and offshore waters. Status: Breeds at 5 sites; 200 pairs. Summer visitor.

Rock Dove *Columba livia* (Gmelin, 1789) Irish: *Colúr Carraige* Length: 32–34 cm. Wingspan: 62–68 cm. Weight: 0.3–0.4 kg. Adult: Grey with iridescent neck and two black wing bars. Juvenile: Similar. Voice: Cooing. Habitat: Coastal cliffs and urban areas. Status: Breeds at 20 sites; 1,000 pairs. Resident.

Stock Dove *Columba oenas* (Linnaeus, 1758) Irish: *Colúr Stoc* Length: 32–34 cm. Wingspan: 62–68 cm. Weight: 0.3–0.4 kg. Adult: Grey with iridescent neck and no wing bars. Juvenile: Similar. Voice: Cooing. Habitat: Woodland and farmland. Status: Breeds at 50 sites; 2,000 pairs. Resident.

Woodpigeon *Columba palumbus* (Linnaeus, 1758) Irish: *Colúr Adhmaid* Length: 40–42 cm. Wingspan: 75–80 cm. Weight: 0.5–0.6 kg. Adult: Grey with white neck patch and wing bars. Juvenile: Similar. Voice: Cooing. Habitat: Woodland and farmland. Status: Breeds at 100 sites; 5,000 pairs. Resident.

Collared Dove *Streptopelia decaocto* (Frivaldszky, 1838) Irish: *Colúr Muineal* Length: 31–33 cm. Wingspan: 55–60 cm. Weight: 0.2–0.3 kg. Adult: Grey with black neck collar. Juvenile: Similar. Voice: Cooing. Habitat: Urban areas and farmland. Status: Breeds at 50 sites; 1,000 pairs. Resident.

Turtle Dove *Streptopelia turtur* (Linnaeus, 1758) Irish: *Colúr Turtair* Length: 26–28 cm. Wingspan: 50–55 cm. Weight: 0.1–0.2 kg. Adult: Brown with black and white neck patch. Juvenile: Similar. Voice: Purring. Habitat: Woodland and farmland. Status: Breeds at 10 sites; 100 pairs. Summer visitor.

Barn Owl *Tyto alba* (Scopoli, 1769) Irish: *Scréachóg Reilige* Length: 33–39 cm. Wingspan: 80–90 cm. Weight: 0.3–0.5 kg. Adult: White underparts with golden-brown upperparts. Juvenile: Similar. Voice: Screeching. Habitat: Farmland and grassland. Status: Breeds at 20 sites; 200 pairs. Resident.

Little Owl *Athene noctua* (Scopoli, 1769) Irish: *Cailleach Oíche Bheag* Length: 21–23 cm. Wingspan: 50–55 cm. Weight: 0.1–0.2 kg. Adult: Brown with white spots and yellow eyes. Juvenile: Similar. Voice: Barking. Habitat: Farmland and woodland. Status: Breeds at 10 sites; 100 pairs. Resident.

Tawny Owl *Strix aluco* (Linnaeus, 1758) Irish: *Cailleach Oíche Mhór* Length: 37–39 cm. Wingspan: 90–100 cm. Weight: 0.4–0.6 kg. Adult: Brown with streaked plumage and dark eyes. Juvenile: Similar. Voice: Hooting. Habitat: Woodland and forest edge. Status: Breeds at 30 sites; 500 pairs. Resident.

Long-eared Owl *Asio otus* (Linnaeus, 1758) Irish: *Cailleach Oíche Chluasach* Length: 35–37 cm. Wingspan: 90–100 cm. Weight: 0.2–0.3 kg. Adult: Brown with long ear tufts and streaked plumage. Juvenile: Similar. Voice: Hooting. Habitat: Woodland and forest edge. Status: Breeds at 10 sites; 100 pairs. Resident.

Short-eared Owl *Asio flammeus* (Pontoppidan, 1763) Irish: *Cailleach Oíche Ghearr* Length: 34–38 cm. Wingspan: 90–100 cm. Weight: 0.2–0.3 kg. Adult: Brown with short ear tufts and streaked plumage. Juvenile: Similar. Voice: Barking. Habitat: Moorland and grassland. Status: Breeds at 5 sites; 50 pairs. Resident.

Kingfisher *Alcedo atthis* (Linnaeus, 1758) Irish: *Cruidín* Length: 16–17 cm. Wingspan: 24–26 cm. Weight: 0.04–0.05 kg. Adult: Blue and orange with long bill. Juvenile: Similar. Voice: Piping. Habitat: Freshwater rivers and lakes. Status: Breeds at 20 sites; 200 pairs. Resident.

Green Woodpecker *Picus viridis* (Linnaeus, 1758) Irish: *Cnagaire Glas* Length: 31–33 cm. Wingspan: 40–45 cm. Weight: 0.2–0.3 kg. Adult: Green with red crown and yellow rump. Juvenile: Similar. Voice: Laughing. Habitat: Woodland and farmland. Status: Breeds at 10 sites; 100 pairs. Resident.

Great Spotted Woodpecker *Dendrocopos major* (Linnaeus, 1758) Irish: *Cnagaire Mór* Length: 22–24 cm. Wingspan: 34–36 cm. Weight: 0.07–0.09 kg. Adult: Black and white with red crown and rump. Juvenile: Similar. Voice: Drumming. Habitat: Woodland and forest edge. Status: Breeds at 30 sites; 500 pairs. Resident.

Lesser Spotted Woodpecker *Dendrocopos minor* (Linnaeus, 1758) Irish: *Cnagaire Beag* Length: 14–15 cm. Wingspan: 25–27 cm. Weight: 0.02–0.03 kg. Adult: Black and white with red crown. Juvenile: Similar. Voice: Drumming. Habitat: Woodland and forest edge. Status: Breeds at 10 sites; 100 pairs. Resident.

Swift *Apus apus* (Linnaeus, 1758) Irish: *Gabhlán Gaoithe* Length: 16–17 cm. Wingspan: 40–42 cm. Weight: 0.04–0.05 kg. Adult: Dark brown with long scythe-like wings. Juvenile: Similar. Voice: Screaming. Habitat: Urban areas and farmland. Status: Breeds at 50 sites; 1,000 pairs. Summer visitor.

Swallow *Hirundo rustica* (Linnaeus, 1758) Irish: *Gabhlán Reilige* Length: 17–19 cm. Wingspan: 32–34 cm. Weight: 0.02–0.03 kg. Adult: Blue-black with red throat and long tail streamers. Juvenile: Similar. Voice: Twittering. Habitat: Farmland and urban areas. Status: Breeds at 100 sites; 2,000 pairs. Summer visitor.

House Martin *Delichon urbicum* (Linnaeus, 1758) Irish: *Gabhlán Tí* Length: 12–13 cm. Wingspan: 26–28 cm. Weight: 0.01–0.02 kg. Adult: Blue-black with white rump and short tail. Juvenile: Similar. Voice: Twittering. Habitat: Urban areas and farmland. Status: Breeds at 50 sites; 1,000 pairs. Summer visitor.

Sand Martin *Riparia riparia* (Linnaeus, 1758) Irish: *Gabhlán Gainimh* Length: 11–12 cm. Wingspan: 24–26 cm. Weight: 0.01–0.02 kg. Adult: Brown with white underparts and short tail. Juvenile: Similar. Voice: Twittering. Habitat: Coastal cliffs and riverbanks. Status: Breeds at 20 sites; 500 pairs. Summer visitor.

Skylark *Alauda arvensis* (Linnaeus, 1758) Irish: *Fuiseog* Length: 17–19 cm. Wingspan: 32–34 cm. Weight: 0.03–0.04 kg. Adult: Brown with streaked plumage and crest. Juvenile: Similar. Voice: Singing. Habitat: Grassland and farmland. Status: Breeds at 100 sites; 2,000 pairs. Resident.

Meadow Pipit *Anthus pratensis* (Linnaeus, 1758) Irish: *Riabhóg Mhóna* Length: 14–15 cm. Wingspan: 25–27 cm. Weight: 0.02–0.03 kg. Adult: Brown with streaked plumage and white outer tail feathers. Juvenile: Similar. Voice: Singing. Habitat: Moorland and grassland. Status: Breeds at 100 sites; 2,000 pairs. Resident.

Rock Pipit *Anthus petrosus* (Montagu, 1798) Irish: *Riabhóg Charraige* Length: 16–17 cm. Wingspan: 28–30 cm. Weight: 0.02–0.03 kg. Adult: Brown with streaked plumage and white outer tail feathers. Juvenile: Similar. Voice: Singing. Habitat: Coastal cliffs and rocky shores. Status: Breeds at 50 sites; 1,000 pairs. Resident.

Pied Wagtail *Motacilla alba* (Linnaeus, 1758) Irish: *Glasóg Bhreac* Length: 17–19 cm. Wingspan: 30–32 cm. Weight: 0.02–0.03 kg. Adult: Black and white with long tail. Juvenile: Similar. Voice: Chirping. Habitat: Urban areas and farmland. Status: Breeds at 100 sites; 2,000 pairs. Resident.

**Grey Wagtail

Atmosphäre, welche letztere mitunter Einzelnheiten der Gestalt hervortreten läßt, welche zu andern Zeiten verborgen bleiben, dürften die hauptsächlichsten Ursachen solcher Wahrnehmungen sein. Es ist wahrscheinlich, daß sich längst die sämmtlichen Sterne unsres Firmamentes zu neuen Bildern und Gruppen gefügt haben werden, ehe ein heute noch als Gas erscheinender Nebel die ersten Andeutungen einer Auflösung in gesonderte Welten erblicken lassen wird.

Die zerlegbaren Nebel zeigen oft eine außerordentliche Sternenzahl, die sich nur durch Ueberzählung eines kleinen Ausschnittes daraus schätzen läßt. Arago hat zum Beispiel auf diesem Wege die Gesammtzahl eines derartigen Schwarmes auf zwanzigtausend sichtbare Sterne berechnet, eine Angabe, deren Wucht erst begreiflich wird, wenn man sich erinnert, daß das unbewaffnete Auge am nördlichen und südlichen Sternhimmel nicht mehr als im Ganzen sechstausend Sterne zu zählen vermag, welche Zahl freilich im Fernrohr außerordentlich zunimmt. Natürlich müssen wir annehmen, daß sehr zahlreiche Angehörige eines Sternhaufens unseren Blicken verborgen bleiben. Zugleich verschwindet aber beim Anblicke dieser entfernten Weltsysteme jene Regellosigkeit der Anordnung, die wir gewiß zum größten Theile, durch die Wirkungen einer unverständlichen Perspective getäuscht, in unserem eigenen Sternsystem wahrzunehmen glauben. In der Weltallsperspective, aus welcher wir die fernen Sternhaufen überblicken, ist diese Regellosigkeit meist einer scheinbar sehr vollständigen Regelmäßigkeit gewichen; man bemerkt höchstens gegen die Mitte eine zunehmende Dichtigkeit in der Vertheilung, die eben eine Wirkung der Perspective sein mag. Deshalb zeigen auch Sternhaufen, vielen echten Nebeln entsprechend, eine gegen die Mitte zunehmende Helligkeit, was zur Vermischung dieser beiden Gattungen von kosmischen Massen nicht unwesentlich beitragen mußte. Wenn wir uns den Zwischenraum zweier auf einandergepaßten großen Uhrgläser mit leuchtendem Seewasser gefüllt denken, wobei die gleichmäßig in demselben vertheilten mikroskopischen Leuchtthiere, etwa die Leuchtbazillen des Milchmeeres, die Sterne dieses kleinen Weltbildes oder Mikrokosmos vorstellen sollen, so würde ein außerhalb des Glases befindliches Auge in jeder Stellung des Behälters die größte Helligkeit in der Nähe des Mittelpunktes wahrnehmen, weil dort, auch bei gleichmäßiger Vertheilung, wegen der Dicke der Schicht die meisten Lichtpunkte nebeneinander auftreten müssen. Ein im Mittelpunkt des Gefunkels befindliches Auge hingegen, würde die größte Helligkeit in einem die Linse umgürtenden Ringe, einem Seitenstück der Milchstraße, gesammelt erblicken. Von entsprechenden Gesichtspunkten aber beschauen wir einerseits die fremden Sternenwelten und andrerseits unsre heimathliche und daraus ergiebt sich leicht der bei jenen gegen die Mitte und bei dieser gegen den Rand hin verstärkte Lichtschimmer, den das Fernrohr und die Himmelsphotographie überall in ein überwältigendes Sternengewimmel auflösen (Vergl. Fig. 9), in welchem Sterne unter der neunten Größe in der Mehrzahl sind und

demgemäß am meisten zu dem milchartigen Schimmer beitragen. Es unterliegt nach den einzelnen Beobachtungen keinem Zweifel, daß wir uns in diesem Ringe, dessen Sternenzahl auf 18 Millionen geschätzt wird, während außerhalb dieser Zone nur etwa 2 Millionen Sterne berechnet werden, uns näher dem Mittelpunkte als dem Umfange befinden, aber jedenfalls etwas excentrisch, näher dem helleren Theile der Milchstraße in der Richtung auf Schwan und Adler unsere Heimathsprovinz haben. Demgemäß erscheint uns in dem dieser Region gegenüberliegenden Theile die

Fig. 9
Milchstraßen-Gegend um den Mittelstern (γ) des Schwans. Nach einer Aufnahme von Max Wolf in Heidelberg. (1894.)

Milchstraße am schmalsten und mattesten, weil wir von dort bedeutend weiter entfernt sind, und dort befinden sich auch jene sternlosen, um den Südpol kreisende Stellen, die man als Kohlensäcke bezeichnet, und die von südamerikanischen Indianern als die Eingangsfenster in unsere Welt bezeichnet werden, durch welche alle Dinge unserer Welt hinein- und herauskommen. Auch der Nordhimmel zeigt solche sternlosen Stellen und Streifen, in denen die photographische Platte trotz ihrer weit über die des menschlichen Auges hinausgehenden Empfindlichkeit, auch nach längster Wirkung keine Lichtspuren mehr verräth. Außerhalb der Milchstraße, die bei den klassischen Völkern der alten Welt, wie auch bei vielen Indianervölkern der neuen, als der Weg der Seligen gilt, kreisen, wie ein paar

losgerissene Stücke derselben, um den Südpol jene großen Lichtwolken, die man nach ihrem ersten Schilderer (Magelhaens) die Magellanischen Wolken zu nennen pflegt, zwei Welten-Archipele, in denen nach John Herschels begeisterter Schilderung allein auf die größere Wolke ca. 600 Sterne, 46 Sternhaufen und 291 Nebelflecke kommen.

Erscheint nun auch die Milchstraße von unserem Standpunkte aus etwas unregelmäßig und nicht völlig als größter Kreis am Himmelsglobus, so führen doch alle Betrachtungen dazu, der von ihr umgrenzten Sternenwelt eine ähnliche ring-, linsen- oder schneckenförmige Grundform zu geben, wie wir sie so häufig schon in den echten Nebeln vorfinden, und die wir allerdings als die Urformen solcher Sterngebäude anerkennen müssen. Ob in dieser unserer inneren Sternenwelt, deren Herrlichkeit jede klare Nacht vor unsern Augen ausbreitet, und in welchem unsre Wohlthäterin, die Sonne, sich nur als mittlerer Stern unter kleineren und größeren bewegt, der in ihrer Linsenform ausgedrückte, allgemeine Umschwung um eine gemeinsame Centralsonne, oder um einen unbesetzten Schwerpunkt stattfindet, ob sich außer den Planeten-, Doppelstern- und ähnlichen Gestirnsystemen noch größere Strudel in dem gemeinsamen größten bewegen: darüber läßt sich vorläufig mehr vermuthen, als sicheres ausmachen. Man hat die Achse unseres Weltrades eine Zeit lang in den Plejaden gesucht, dann im Sirius, aber die Aufgabe ist so verwickelt, daß man bisher keine größere Sicherheit erlangen konnte und eine annähernde Vorstellung von der Dauer eines solchen Umschwunges, von dem schon die Alten fabelten, nicht besitzt. Nur das war längst durch Beobachtungen erhärtet, daß die Fixsterne ihre scheinbare Stellung gegeneinander in geschichtlicher Zeit verändern, daß die Bilderschrift des Firmamentes, mit der sich die einander verborgenen Gedankenherde der Welt deutend beschäftigen, mit den Jahrtausenden andere Züge gewinnt, und daß der Polarstern (bei den Alten der unwandelbare Thron der Götter) seinen bevorzugten Platz am wenigsten behauptet. Der glänzende Sirius hat seit den Tagen der Erbauung Roms seinen Ort am Himmel um mehr als anderthalb Vollmondsbreiten geändert, Arctur um eine doppelt so große Entfernung, und der uns nächste aller genauer bestimmten Fixsterne, Alpha, im südlichen Sternbilde des Centauren, um fünf Vollmondsbreiten. Die stärkste Jahresbewegung wurde bisher an einem Sterne der 7. Größe (Nr. 1830 des Groombridge-Catalogs) festgestellt, die genau 7 Bogensekunden beträgt, aber Kapteyn in Groningen wies 1897 an einem Sterne des Südhimmels von 8. bis 9. Größe eine noch größere Jahresbewegung (8,8 Bogensekunden) nach, infolge deren dieser Stern im Jahrhundert seinen Ort fast um den halben Monddurchmesser am Himmel ändert. Es begreift sich leicht, daß diese Verschiebungen der einzelnen Sterne gegeneinander, auch wenn sie in unregelmäßigem oder entgegengesetztem Sinne stattzufinden scheinen, nichts gegen einen allgemeinen und gleichartigen Umschwung des Sternenheers unserer inneren Welt um einen gemeinsamen Mittelpunkt beweisen.

Die Geschwindigkeit dieses Umschwunges ist möglicherweise eine sehr große. Nimmt man mit Herschel an, daß das Licht der äußersten Milchstraßensterne zweitausend Jahre gebrauche, um zu uns zu gelangen, so können wir ihren Umfang darnach schätzen. Ein Stern, der sich mit einer Geschwindigkeit von sechstausend Seemeilen in der Minute bewegt, ungefähr wie Arctur, müßte fünfzig Millionen Jahre zu einem einzigen Umlauf in diesem Kreise gebrauchen, ein Stern von dreimal geringerer Geschwindigkeit, ähnlich derjenigen unserer Erde, gar hundertfünfzig Millionen Jahre! Unsere Sonne, die dem Centrum erheblich näher steht, würde unter denselben Geschwindigkeits-Verhältnissen immerhin zwei bis fünf Millionen Jahre zu einem einzigen Umlaufe gebrauchen, und daraus erklärt sich einerseits, daß wir uns Jahrhunderte lang nach demselben Punkte des Fixsternhimmels zu bewegen scheinen, andererseits die Langsamkeit, mit der sich seine Sternbilder verändern. Die Bewegungen unserer Sonne mit ihrer ganzen Familie von Planeten, Monden und Kometen erweist sich nach vieljähriger Beobachtung als mit einer Geschwindigkeit von 25 Kilometer in der Sekunde oder 800 Millionen Kilometer im Jahre gegen einen Punkt im Herkules gerichtet. Genauere Ergebnisse in dieser Richtung wird erst die Einbeziehung der Nebelflecken-Bewegung außerhalb unseres Sterngebäudes und die Berücksichtigung unserer gegenwärtigen genaueren Sternkarten bringen. Unmittelbare Beobachtungen über gleichförmige Bewegungen weiter entfernter Sterne liegen nur in einzelnen Fällen vor. So hat F. Höfler in Zürich in jüngster Zeit ermittelt, daß die 4 hellsten Sterne des großen Bären, die zur zweiten Größe gerechnet werden, sich mit gleicher Geschwindigkeit (von ungefähr 30 km in der Sekunde) auf uns zu bewegen, und damit ihre Entfernung von uns im Jahr um $6^1/_3$ Sonnenfernen vermindern. Allerdings wird ihre Entfernung von uns auf $12^1/_2$ Millionen Sonnenfernen geschätzt, so daß ihr Licht erst nach zwei Jahrhunderten zu uns käme, aber die gleichartige Bewegung dieser auf 40 Siriusgrößen geschätzten Kolosse, deren äußerste Genossen selbst um 4 Millionen Sonnenfernen auseinanderstehen, ist äußerst beachtenswerth für die Annahme gleichmäßiger Bewegungen in unserer inneren Welt. Schon früher war übrigens festgestellt worden, daß auch die Gestirne unserer anderen Gruppen und Sternbilder, wie namentlich diejenigen der Plejaden und Hyaden, nahezu gleiche Größe und Richtung ihrer jährlichen Eigenbewegung zeigen.

Was die Sonderbewegungen der einzelnen Sterne betrifft, so wurde zuerst diejenige der umeinander kreisenden Doppelsterne, denen sich einige drei- und mehrfache Systeme anreihen, erkannt. Sie gewähren oft einen entzückenden Anblick durch eine verschiedene, manchmal komplementäre Färbung der einzelnen Sterne, wie z. B. des Drillingssterns Gamma in der Andromeda, dessen Glieder roth, grün und blau sind. Die Ursache dieser etwa bei einem Fünftel aller mehrfachen Sterne vorkommenden Farbenungleichheit ist um so räthselhafter, als bei der Mehrzahl der Doppelsterne

beide Genossen gleichfarbig sind; die Versuche, sie aus den unter einander verschiedenen chemischen Bestandtheilen, oder physikalischen Bedingungen (verschiedene Hitze) zu erklären, sind ebenso unbefriedigend, als wenn man sie einer bloßen Augentäuschung oder Contrastwirkung zuschreibt, oder das Doppler'sche Prinzip zu Hilfe ruft, nach welchem der eine Stern, der sich uns nähert, seine Aetherwellen beschleunigen, der andere sie verlangsamen sollte. Einen großen Triumph, ähnlich dem der Neptuns-Entdeckung, erlebte die rechnende Astronomie in der Erkennung mehrerer der hellsten Sterne unseres nördlichen Himmels als Doppelsterne, obwohl ihre Begleiter so schwach leuchtend sind, daß sie zunächst nicht wahrgenommen werden konnten. Schon Bessel hatte 1844 die Ueberzeugung ausgesprochen, daß Sirius und Procyon, die beiden hellsten Sterne des großen und kleinen Hundes, nach ihren Bewegungen Doppelsterne sein müßten, vielleicht einen ganz dunklen Begleiter hätten. In der That entdeckte der Optiker A. Clark in Cambridge (V. St.) 1862 mit seinem für Chicago gebauten neuen Riesenfernrohr den Begleiter des Sirius als einen Stern unter der achten Größe, der nach Auwers' Berechnung in 49 Jahren einmal den Sirius umkreist. Die beiden Sterne stehen 37 mal weiter als Erde und Sonne von einander, und der unscheinbare Begleiter des Sirius hat gleichwohl mehr Masse als unsere Sonne, während der Sirius doppelt so groß wie er ist. Der Procyon-Begleiter, für den Auwers eine Umlaufszeit von 40 Jahren berechnet hatte, wurde erst 1897 von Schäberle mit dem Riesenfernrohr der Licksternwarte als Sternchen 13. Größe und in einem Abstande von 4'/, Bogensekunden vom Hauptsterne entdeckt.

Man hat in neuerer Zeit die Abstände vieler Fixsterne nach ihrer jährlichen Parallaxe, d. h. nach dem Winkel, unter welchem die halbe große Axe der Erdbahn von dem betreffenden Fixstern aus erscheint, gemessen, und diese Entfernungen nach mittleren Sonnenfernen (ca. nahezu 20 Millionen Meilen), nach Sternweiten (4 Billionen Meilen) oder Siriusweiten von etwas über eine Million Sonnenweiten angegeben. Es sind im Ganzen selbst für die Phantasie unfruchtbare, weil unvorstellbare Zahlen, die noch am ersten auf Lichtjahre berechnet, d. h. auf die Zeit, in welcher ihr Licht zu uns gelangt, eine Vorstellung ergeben. Es mag genügen, wenn wir, um eine Ahnung von der Weite dieser Räume zu erwecken, darauf hinweisen, das das Licht, welches von der Sonne in etwa 8 Minuten Kunde bringt, drei oder nach neueren Messungen gar vier Jahre braucht, um von dem uns nächsten Fixstern (Alpha im Centauren), und zwölf, achtzehn und achtundsechzig Jahre, um die neuesten Posten von Wega, Sirius oder Capella in unser Auge resp. in die Spektroskop-Station zu liefern. Nach Herschels Annahme giebt es nicht nur Nebelwelten, sondern auch sichtbare Sterne, deren Licht erst nach mehreren Jahrtausenden zu uns käme. Der ungeheure Raum dieser Lichtreisen, welcher von der Milchstraße begrenzt wird, und von dem die erwähnten Entfernungen nur

Theilſtrecken ausmachen, muß alſo gleichmäßig von einem dünnen Gaſe erfüllt geweſen ſein, als unſre Welt vor Aeonen noch eine Nebelwelt war, wie die Hunderte und Tauſende derſelben, die wir durch ihre Lücken und Fenſter erblicken. Der Embryo jedes Sternes bildete zunächſt, nachdem ſich dieſe Maſſe durch Vorgänge, wie wir ſie bei der Planeten-Entſtehung noch genauer kennen lernen werden, getheilt, eine wiederum linſenförmige, dichtere Gasmaſſe. Je nachdem ſie größer oder kleiner ausgefallen war, wird der Abkühlungs- und Verdichtungsproceß in ihr langſamer oder ſchneller fortgeſchritten ſein, ſo daß wir demnach ſehr verſchiedene Entwickelungsſtufen unter den einzelnen Sternen deſſelben Syſtems nebeneinander erwarten können.

Schon Huggins und Secchi hatten nach der Verſchiedenartigkeit ihres Lichtes die Sterne, unter welchen, wie es ſich gehört, denen erſter Größe die Hauptaufmerkſamkeit zugewendet wurde, in mehrere Klaſſen getheilt, deren ſpectralanalytiſches Signalement wir in Figur 10 vor uns ſehen. Der engliſche Aſtronom Norman Lockyer hat ſodann an dieſe Verſchiedenartigkeit die Hypotheſe geknüpft, daß die einzelnen Klaſſen oder Typen als Entwicklungsſtufen zu betrachten ſein möchten. Das Spectrum der Sonnen oder Fixſterne unterſcheidet ſich ſehr weſentlich von dem der unauflösbaren Nebelflecke dadurch, daß es einen regenbogenfarbigen, mehr oder weniger zuſammenhängenden Streifen bildet. Derſelbe bietet den Beweis, daß bei ihnen bereits ein weißglühender flüſſiger oder feſter Kern ſich gebildet hat, der von einer ausgedehnten Gashülle umgeben iſt. Die chemiſchen Beſtandtheile dieſer letzteren verrathen ſich durch Schattenlinien oder Streifen, welche den Farbenſtreifen quer durchſchneiden, und dieſelben Stellen einnehmen, an denen bei gleicher Zuſammenſetzung der Gashülle im ſelbſtleuchtenden Zuſtande farbige Lichtlinien auftreten würden. Das heißt mit anderen Worten: gasförmige Maſſen verſchlucken von dem, ſämmtliche Lichtwellenarten enthaltenden Lichte weißglühender Körper, wie hier der Sternkerne, alle diejenigen, die ſie ſelbſt im glühenden Zuſtande ausſtrahlen würden. Es iſt ſomit nicht ſchwer, an dieſem in dem Spectrum hellerer Sterne, wie in demjenigen der Sonne, deutlich erkennbaren und nach ihrem Entdecker Fraunhofer benannten Schattenlinien deutlich die chemiſchen Beſtandtheile der Sternatmoſphären zu erkennen.

Nun blieb es auffallend, daß in dem Spectrum der am hellſten leuchtenden, weißen und bläulichen Sterne, unter denen als Typus Sirius betrachtet werden kann, eigentlich nur die Linien des Waſſerſtoffs, d. h. des leichteſten und dünnſten Stoffes, den wir kennen, mit einiger Deutlichkeit auftreten, während die Gegenwart anderer Stoffe ſich kaum andeutet. Da man phyſikaliſche Gründe hat, dieſe hellſten Sterne auch für die heißeſten zu halten, ſo iſt das ſehr ſonderbar, weil man grade bei ihnen faſt ſämmtliche Beſtandtheile in dampfförmiger Geſtalt vermuthen durfte. Die weißen oder bläulichen Sterne von Secchis erſter Gruppe ſind neuerdings von

Vogel, Scheiner und Andern in drei Untergruppen getheilt worden, je nachdem sie, wie die meisten Orionsterne (Orioniden), vorwiegend Helium- oder Wasserstoff- oder auch Eisenlinien erkennen lassen. Bei einer zweiten Gruppe, den Sternen mit gelblichem Lichte, zu denen Arcturus, Capella, Procyon und unsere Sonne gehören, erscheinen, fast dem abnehmenden Helligkeitsgrade entsprechend, mehr und mehr von den übrigen in unsern Laboratorien als Grundbestandtheile der Erde und der Meteorsteine erkannten sogenannten chemischen Elementen und zwar so, daß die leichtesten und leichter flüchtigen Metalle, wie Natrium, Calcium, Magnesium u. s. w., am stärksten auftreten, worauf die schwerer flüchtigen, wie Eisen, Kupfer, Silber, Platin u. s. w. allmälig nachfolgen. In der Sonnen-Atmosphäre ist bereits die Mehrzahl der auf der Erde vorkommenden Elementarstoffe nachzuweisen, während in derjenigen des Sternes Capella, der gewissen Messungen zufolge in einem Tage soviel Licht ausstrahlen soll, wie die Sonne im Laufe eines Jahres, noch sehr viele derselben fehlen. Während in der Atmosphäre dieser Sterne, deren Temperatur immerhin mehrere tausend Grade betragen muß, noch kaum eine Andeutung von dem Vorhandensein chemischer Verbindungen merkbar wird, finden sich dieselben reichlich und beständig bei einer dritten Gruppe noch weniger heißer, meist röthlich erglänzender Gestirne, zu denen unter den Sternen erster Größe Beteigeuze im Orion, Antares im Skorpion u. a. gehören. Die Zahl der Linien unverbundener Metalle ist sehr vermindert und auch diejenigen des freien Wasserstoffs fehlen meistens, weil derselbe sich mit Sauerstoff zu Wasserdampf verbunden hat. Bei dem Durchdringen der dicken Dämpfe dieser Verbindungen gewinnt das Licht die düsterröthliche Färbung, welche diese Gestirne besitzen und das Spectrum zeigt breite Schattenstreifen, namentlich in den nichtrothen Theilen, eben wegen der größeren Lichtverschluckung der andersfarbigen Theile durch die Dampfhülle, etwa wie die Sonne durch Nebel gesehen, düster roth erscheint. Immerhin schließt Scheiner in Potsdam aus dem auf den einzelnen Fixsterngruppen verschiedenen Verhalten der Magnesiumlinien, daß die Temperatur in der Lichthülle der Sterne des dritten Typus, wie Beteigeuze im Orion noch derjenigen des elektrischen Bogens (3 bis 4000°) gleichkommen müsse, daß sie höher sein müsse auf den Sternen des zweiten Typus, zu denen die Sonne gerechnet wird, aber dort doch nicht die Temperatur des Funkens der Leydener Flasche erreiche, die erst bei den Sternen des ersten Typus, diese Höhe von ca. 15000 Grad aufweise. Die Magnesiumlinien erscheinen dort sehr verbreitert. In der Stufenfolge der weiteren Abkühlung kosmischer Massen würden hierauf zunächst diejenigen folgen, in deren Atmosphäre gar kein unverbundener Metalldampf oder freier Wasserstoff mehr vorkömmt, die durch den Zustand unsrer Erde und der meisten Planeten, unter denen gleichwohl einzelne der größeren noch sehr heiß und vielleicht selbstleuchtend sein mögen, vertretene Stufe. Da mit der Kleinheit der abgesonderten Massen der

Abb. 4
Gesamtansicht der Kopie
Die Aufnahme des Originals hatte die Form von zwölf Streifen, die anschließend durch eine Montagetechnik zu Bandfolie (Teil 4) verbunden wurden. Quelle: Dr. Erwin Stein & Dipl. Ing. Alfred Lerch: Die Kopie – ein Problem der Reproduktionstechnik. Ein Beitrag zur Technik der Mikrofilmkopie. Stuttgart 1951, S. 27

Abkühlungsvorgang entsprechend beschleunigt wurde, so werden wir als nächstfolgende Stufe den Zustand des Mondes betrachten können, bei welchem auch der Wasserdampf und mit ihm alle Spuren einer Atmosphäre verschwunden sind, vermuthlich aufgesaugt von der inneren Masse des hinreichend erkalteten Gestirnes. Man kann voraussetzen, daß bei einer hinlänglichen Erkaltung des noch flüssigen Erdinnern auch von diesem zuletzt alle Feuchtigkeit und die gesammte Atmosphäre ebenso aufgesaugt werden dürften, während erstere zur Zeit bei jeder Berührung mit dem Innern in heftige Erschütterungen hervorrufende Dämpfe verwandelt wird.

Wenn man nun umgekehrt den Mond von innen aus anheizen könnte, so würden zunächst Wasserdampf und Gase aus demselben hervorbrechen, und zum Theil an der Oberfläche verdichtet, wieder eine Wasser- und Lufthülle bilden. Das ist der Zustand, in welchem das Gedeihen einer Lebewelt, wie die unsrige, allein möglich erscheint. Könnte man nun immer weiter erhitzen, daß auch die äußerste Kruste allmälig wieder schmölze, so würden sich, wenn dieselbe zu glühen anfinge, der Atmosphäre reichliche Mengen Wasserdampf, Kohlensäure und verschiedene metallische Verbindungen beimengen, mit einem Worte, es würde sich, sobald der Kern zum Glühen gelangte, die Atmosphären-Beschaffenheit der düsterrothen Sterne herstellen. Aus den Erfahrungen unserer chemischen Laboratorien aber wissen wir, daß eine zu hohen Graden gesteigerte Temperatur im Stande ist, die Wirkung der chemischen Anziehungskraft, welche die verschiedenen Stoffe veranlaßt, sich miteinander zu verbinden, erfolgreich zu bekämpfen, so daß mit ihrer Hülfe jede zusammengesetzte Substanz in ihre Bestandtheile zerlegt werden kann. Man nennt dies erst vor einigen Jahrzehnten als allgemeines Naturgesetz erwiesene Verhalten die Dissociation (Auseinanderlösung) der Stoffe durch die Wärme. Es würde also nur einer entsprechend gesteigerten Temperatur, vielleicht nicht viel höher als die höchsten Hitzegrade, die wir in unseren Schmelzöfen und physikalischen Laboratorien erzielen, bedürfen, um dem Wasserdampf und alle zusammengesetzten Stoffe, die wir in der Atmosphäre der rothen Sterne gewahren, auf den Elementarzustand zurückzuführen, in welchem sie sich auf den Gestirnen der zweiten Gruppe befinden, für welche die Chemie noch eine unnütze, schlummernde Wissenschaft ist.

Lockyer glaubt nun, daß man die Fortsetzung der Processe, die wir in unseren Laboratorien hervorzurufen im Stande sind, in den Himmelsräumen weiter verfolgen könne. Seine vergleichenden Beobachtungen über die fortschreitende Zahlverminderung der Elementarstoffe in den heißeren Gestirnen, wobei die dichteren Metalle zuerst verschwinden, leiteten ihn zu der Vermuthung, daß auch die siebzig bis achtzig Stoffe, welche die Chemiker nicht weiter zerlegbar fanden, und darum als die chemischen Elemente und Grundbestandtheile des Weltbaues betrachteten, durch Hitzegrade, wie wir sie freilich wohl niemals künstlich erzeugen werden, weiter zerlegt und dissociirt werden könnten, daß sie sich vielleicht nur als die verschiedenen

Verdichtungszustände eines und desselben allerdünnsten Stoffes erweisen möchten. Gestützt darauf, daß im Lichte des Sirius wie in dem der Wega und anderer sehr heller Sterne, die Linien des Wasserstoffes und Heliums mit vorherrschender Deutlichkeit auftreten, während diejenigen der Metalle kaum angedeutet erscheinen, stellte Lockyer die Hypothese auf, daß der Wasserstoff, der ja auch als ein Hauptbestandtheil der Nebelflecke nachgewiesen ist, gleichsam das Endprodukt der Dissociation der Weltstoffe, das letzte erkennbare Zeichen von dem Dasein der Materie sei, wie er ja auch der dünnste aller bekannten Elementarstoffe ist.

In späterer Zeit hat Lockyer diese Hypothese noch weiter zu stützen gesucht, indem er zeigte, daß sich das Spectrum der sogenannten Elemente ähnlich demjenigen zusammengesetzter Körper mit zunehmender Temperatur ändert, einzelne Liniengruppen schärfer hervortreten, andere verschwinden läßt, woraus er schließt, daß sogar der Wasserstoff, der Hauptbestandtheil der heißesten Sterne und der Nebelflecke, noch zusammengesetzt sei, so daß man einen noch einfachern oder dünneren Grundstoff annehmen müßte. Die dieser Aufstellung zu Grunde liegende Anschauung von der Einheit des Weltstoffes, welche schwerlich jemals durch den Versuch bewiesen oder widerlegt werden kann, wird durch mancherlei philosophische, mathematische, physikalische und chemische Gründe gestützt. Schon das anerkannte Gesetz von der Einheit der Naturkräfte, die sich demnach ineinander verwandeln können, scheint als nothwendige Gegenbedingung die Einheit des Stoffes zu fordern. Außerdem deuten gewisse Regelmäßigkeiten in den die sogenannten Atomgewichte ausdrückenden Zahlen, aus denen der russische Chemiker Mendelejeff sogar das Vorhandensein bisher unbekannter Elementarstoffe, die nachher entdeckt wurden, berechnen konnte, der Umstand, daß die Wärme-Capacität der Elementarstoffe sich dem Atomgewichte umgekehrt proportional verhält und verschiedene Analogieen unter den einzelnen Elementarstoffen, die sich bei ähnlicher Dichtigkeit oft auch chemisch ähnlich verhalten u. s. w., darauf hin, daß der Grundstoff, aus dem ihre kleinsten Theile bestehen, derselbe ist. Das allgemeine „Denken", d. h. das innere Vermögen, welches Spinoza seiner Substanz zuschrieb, äußert sich bei ihrer Verdichtung zu verschiedenen Elementarstoffen zunächst als ihre eigenthümliche chemische Kraft.

Wir haben also, diese Aufstellung zu Grunde gelegt, in den sich verdichtenden Massen der Fixsterne die Entstehung der chemischen Elemente nach der Reihenfolge ihrer Dichtigkeit zu vermuthen. Was weiter mit fortschreitender Abkühlung geschieht, können wir in unsern Laboratorien beobachten. Wenn wir eine chemische Verbindung, z. B. Quecksilberjodid, in einem Glaskölbchen so stark erhitzt haben, daß es völlig in Jod und Quecksilber zerfallen ist, was man leicht an der purpurvioletten Farbe der Dämpfe des ersteren erkennt, und läßt darauf das Kölbchen langsam erkalten, so gewinnt die durch das Trennungsbestreben der Hitze besiegte chemische

Anziehungskraft allmälig das Uebergewicht: Jod und Quecksilberdampf vereinigen sich, während die violette Färbung verschwindet, von Neuem zu Jodquecksilberdampf. So erwachen mit dem Abnehmen der Hitze auf den röthlich strahlenden Gestirnen die auf unserer Sonne noch für gewöhnlich schlummernden chemischen Anziehungskräfte, und beginnen das wunderbare Spiel, was auf den hinreichend erkalteten Planeten unter günstigen Temperatur-, Feuchtigkeits- und Besonnungs-Verhältnissen die höchsten Triumphe feiert. Auf die erste Vereinigung, aus welcher, wenn wir dieser geistreichen Aufstellung unser Vertrauen schenken dürfen, die Elementarstoffe entstanden sind, folgt eine zweite, welche die Gesammtheit der unorganischen Welt, eine dritte unter besondern gesteigerten Bedingungen, welche das Reich des Lebens darstellt. Nachdem wir so die Wandlung des Stoffes aus Zuständen, die wir nur ahnen, bis zu solchen, die wir vor uns sehen, verfolgt haben, wollen wir die Wandlungen der Form betrachten, die den eben geschilderten Vorgängen weit vorausgeeilt waren.

Es ist eine Errungenschaft der letzten Jahre, aus dem Sternspectrum noch mehr herauszulesen, als blos die Ueberzeugung, von der Gleichheit der chemischen Grundstoffe durch den weiten Weltraum und ihres Verhaltens der Wärme gegenüber, so viel dies auch für die philosophische Erfassung bedeutet, nämlich die Bewegungen der Sterne in der Gesichtslinie, gerade auf uns zu oder von uns weg. Manche Sterne, die nur eine solche, keine direkt meßbare, seitliche Bewegung haben, erschienen bisher ruhend, gewissermaßen als die einzigen Fixsterne, die diesen Namen der festgehefteten verdient hätten. Aber nach einer von Huggins entdeckten und besonders von Vogel in Potsdam ausgebildeten Methode kann man aus der Verschiebung der Linien im Sternspectrum nach dem Roth oder Violett auf Grund des sog. Doppler'schen Principes auf eine von uns weg oder auf uns zu gerichtete Bewegung des beobachteten Sternes schließen, und ihre Geschwindigkeit messen. So ergab sich, daß sich Sirius und Procyon uns in jeder Sekunde um je 16 und 9 km nähern, der Polarstern 26 km, Spica in der Jungfrau um 16, Atair, der hellste Stern im Adler, sogar um 37 km. Dagegen entfernen sich Aldebaran im Stier 49 km, Capella im Fuhrmann 24 km, Gemma in der nördlichen Krone um 32 km in jeder Sekunde von der Sonne. Erst durch Kombination der Werthe dieser in der Gesichtslinie erfolgenden mit denen der seitlichen Bewegung wird sich nun die wahre Bewegung der Fixsterne ermitteln lassen.

In jüngster Zeit hat der Amerikaner J. E. Keeler dieselbe spectralanalytische Methode auf die Messung der Bewegungen verschiedener Nebel angewendet. Es ergab sich dabei unter anderm, daß der Orionnebel sich mit einer Geschwindigkeit von 18 km in der Sekunde von uns fortbewegt. Diese Messung, die nur eine Fehlergrenze von 1 km besitzt, ist besonders werthvoll dadurch, daß sie den schon oben (S. 10) erwähnten nähern Zusammenhang des Orionnebels mit den Orionsternen weiter stützt, denn die

hellen Orionsterne bewegen sich mit im Durchschnitt gleicher Geschwindigkeit in derselben Richtung. Bei mehreren anderen von Keeler gemessenen Nebeln traten noch erheblich größere Geschwindigkeiten ans Licht, unter anderen solche von 48 und 65 km in der Sekunde.

Verfolgen wir nun den Entwickelungsweg der einzelnen Sternsysteme weiter. Man muß annehmen, daß die größeren Nebel zunächst in kleinere rotirende Nebelmassen zerfielen, deren jede einem Gestirnsysteme das Dasein gab. Je nach der Schnelligkeit ihrer wirbelnden Bewegung werden wir uns dabei die Entstehung eines Doppelsternsystems, eines mehrfachen Sternes oder eines Planetensystems mit mehr oder weniger im Mittelpunkt verharrendem Centralkörper zu denken haben. In vielen Fällen ist ein Doppelstern wahrscheinlich nichts anderes, als ein beginnendes Planetensystem, von dessen Hauptmasse sich erst eine einzige, wenig kleinere noch leuchtende Gestirnsmasse gelöst hat. Bekanntlich kreisen nicht nur die Planeten um die Sonne, sondern auch die Sonne um den Schwerpunkt des Systems, und unsere Sonne hat vielleicht früher einmal mit Uranus und Neptun einen mehrfachen Stern gebildet, bevor sie weitere Nachkommen hatte. Auf dieses Verhalten deutet der Umstand, daß es viele Doppelsterne mit unsichtbaren (erkalteten) oder noch leuchtenden, aber sehr schnell kreisenden Begleitern giebt. So hat Bailey auf der Bergsternwarte von Arequipa kürzlich einen Stern im Skorpion entdeckt, der einen unsichtbaren, ihn in 35 Stunden umkreisenden Begleiter hat. Zu den Doppelsternen gehören wahrscheinlich auch mehrere der veränderlichen Sterne, welche die Eigenthümlichkeit darbieten, daß sie in kürzeren oder längeren, regelmäßigen oder unregelmäßigen Perioden ihre Helligkeit lebhaft steigern, und dann wieder bis beinahe zum Verschwinden herabsetzen. Am merkwürdigsten ist darunter der Stern Algol im Medusenschilde des Perseus, welcher, wie Montanari schon 1667 erkannte und Goodricke 1782 genauer bestimmte, seine gewöhnlich den Sternen zweiter Größe nahekommende Helligkeit regelmäßig 2 Tage und 11½ Stunden unverändert bewahrt, dann innerhalb 4 Stunden auf die eines Sternes vierter Größe sinkt, und in der gleichen Zeit wieder auf die gewöhnliche Helligkeit heranwächst. Er zeigt also eine partielle Verfinsterung von achtstündiger Dauer, die schon Goodricke auf den Gedanken brachte, daß ein dunkler Körper in 2 Tagen und 20 Stunden um Algol kreise, und ihn während jener Zeit theilweise verdecke. Die Richtigkeit dieser Vermuthung wurde in neuerer Zeit durch den amerikanischen Astronomen Chandler und Vogel (Potsdam) erwiesen, und ersterer leitete aus genaueren Bahnprüfungen die Wahrscheinlichkeit ab, daß sich der öfter von seinem Gefährten (Planeten oder Mond) verdeckte Stern gleichzeitig in 130 Jahren um einen dunklen Centralkörper bewegt. Nicht ganz so klar liegt die Ursache des Verhaltens bei dem Wundersterne (Mirabilis oder Mira) am Halse des Walfisches, den Fabricius, der Entdecker der Sonnenflecken, zweimal (1596 und 1609)

gefallen, und schwand für immer aus seinem Geiste hin. Ist es im Christenthum anders, das nicht allein, und in unübersehbarer Zerne getrennt, von dem Judenthum ausgegangen ist, sondern auch, wie wir gesehen haben, in seinem Entstehungsorte gewaltsam und durch Blut, Mord, Verfolgungswuth, Bürgerkrieg entstanden, und, wie Strauß bemerkt hat, mit dem Judenthum in Palästina selbst nicht zu Ende gekommen ist? Ist es nicht auch jetzt unter Arabern — wie z. B. Niebuhr 1761. bis an sein Lebensende bezeugt hat — ein Gebot des Islam, Bilder zu vertilgen, wo man sie findet? Und ist nicht in diesem Gebote Mahomeds Grund zu suchen, daß

Die Bilder Mahomeds.

keine größere Fertigkeit sich über ein Paar Bilder oder Statuen sehr im Schnitt erhoben hat? Mahomed hatte, wie Alexandrinischer, wie den Palästinern, wohlbekannt, die Bilder der Gottheit, die Bilder der Heiligen, die Bilder der Apostel, selbst Christi, gesehen, und wenn man auch nicht von dem Gedanken ausgehen will, daß er sie selbst gesehen habe, so ist es doch gewiß, daß er sie kannte, daß ihm seine Umgebung, Freunde und Feinde, sie beschrieben, daß sie ihm Gegenstand des Spottes waren. Auch sind die Bestimmungen ausführlicher gegeben, worauf Christi Verbot der Bilderverehrung sich gründet, so daß, wenn in dem von mir entdeckten Briefe Mahomeds an Heraklius, welcher, wie ich glaube, nicht lange nach dem Jahre 622 geschrieben ist, Mahomed sagt, daß Christus, der „Allgewaltige Gesandte von Gott" war, Jesus, dessen Geburt Jungfrau war, Jesus, dem Engelchor und jene Stern verkündete, — wir doch annehmen müssen,

Planetensystem betrifft, ist sie noch heute die beste der vorhandenen, denn die gleichartige Bewegung von mehr als 450 Planeten, Planetoiden und Monden in diesem Raume, die alle wie der Centralkörper selbst, von Westen nach Osten in nahezu derselben Zone ihren Umschwung vollenden, läßt keinen Zweifel an einem gemeinsamen Ursprung von Stoff und Bewegung aus einer in demselben Sinne bewegten Nebellinse, wie sie bereits Kant voraussetzte, aufkommen. Obwohl auch diese Theorie einzelne verwundbare Stellen besitzt, wie z. B. die rückläufige Bewegung der 4 Uranus-Monde und eines Neptun-Mondes, die auf eine Aenderung der Urbedingungen hinweist, ist sie doch unvergleichlich gefesteter als die Wirbeltheorie des Cartesius, auf die der französische Astronom Faye 1884 zurückgreifen wollte, und Helmholtz zeigte, daß sie mit der mechanischen Wärmetheorie in vollem Einklange steht. Die anfangs langsamere Bewegung der angenommenen Nebellinse mußte sich nach mechanischen Gesetzen, der fortschreitenden Verdichtung entsprechend, beschleunigen. Von Zeit zu Zeit lösten sich die Massen des äußersten Linsenumfanges unter dem Einflusse der zunehmenden Centrifugalkraft; was sich losgelöst hatte, ballte sich zu einem für sich in derselben Richtung rotirenden Nebelball zusammen, und so entstanden die Planeten, welche der sich immer weiter zusammenziehende Centralkörper in fortschreitend kleineren Entfernungen als um ihn kreisende Weltkörper zurückließ. Man kann sich diese bereits oben an einem Experimente erläuterte Erscheinung der zunehmenden Umdrehungsgeschwindigkeit leicht so verdeutlichen, daß bei der allmäligen Zusammenziehung der langsam rotirenden Nebelkugel sich jedes Oberflächentheilchen in der Richtung einer geneigten Ebene bewegt, so daß durch den Fall zum Mittelpunkte seine Bewegung beschleunigt wird. Die Geschwindigkeitszunahme ist darnach für jeden Punkt der Oberfläche gleich derjenigen, welcher bei einem direkten Falle von seinem früheren zu seinem späteren Abstande vom Mittelpunkte erreichen würde. Wenn z. B. von der Drehungs-Geschwindigkeit unseres Sonnennebels, als er sich noch bis zur Neptunsbahn erstreckte, ausgegangen wird, so wird die Geschwindigkeitszunahme, welche durch die Zusammenziehung bis zur Uranusbahn entstehen mußte, dieselbe sein, wie die, welche durch einen direkten Fall, durch den zwischen diesen beiden Bahnen befindlichen Raum erzeugt worden wäre. In der That ergiebt die Rechnung, daß die beiderseitigen Geschwindigkeiten des Neptun und Uranus ziemlich genau in diesem Verhältnisse stehen, nur ist die letztere etwas geringer, ein Umstand, der sich leicht nach der Ennis'schen Theorie (S. 4) erklärt, wenn man annimmt, daß beständig ein Theil der äußeren Geschwindigkeit durch Reibung gegen den langsamer bewegten Theil der inneren Sonnenmasse verloren gehen mußte.

Man findet ferner durch Rechnung, daß jene Beschleunigung der Umdrehungsgeschwindigkeit durch die Zusammenziehung mehr als ausreichend ist, um in den äußeren Theilen der Nebelmasse eine solche Rotationsgeschwindigkeit zu erzeugen, daß die Centrifugalkraft der Centripetalkraft

gleich wird also die Geschwindigkeit, die sie bei der Berührung von der Sonnenkugel erhalten würden, dadurch, daß sich die Bewegungsrichtung immer mehr der Tangente nähert, immer kleiner, bis sie endlich, wenn sie in die Tangente fällt, gar nicht mehr imstande wären, die Sonne bei ihrem Laufe abzulenken. Dieser Punkt muß nun so beschaffen sein, daß die Bewegungsgeschwindigkeit der Sonnenkugel, die sie in ihrer Bahn um die Sonne hat, gerade gleich ist der Geschwindigkeit, welche sich durch die Schwerkraft zwischen Sonnenkugel und Planet ergeben würde, wenn sie sich in der Entfernung, die sie zur Zeit der Berührung von einander haben, aus der unendlichen Ferne einander näherten. Diese Geschwindigkeit ist leicht zu berechnen. Bezeichnet man nämlich die Masse der Sonnenkugel mit M, die Masse des Planeten mit m, die Entfernung beider Kugeln von einander zur Zeit der Berührung mit r, die Geschwindigkeit, die sie bei der Berührung haben, mit v, und die Gravitationskonstante mit k, so ist

Fig. 17.
Saturn.

$$v = \sqrt{\frac{k(M+m)}{r}}$$

Diese Geschwindigkeit muß aber gleich sein der Geschwindigkeit, die die Sonnenkugel in ihrer Bahn um die Sonne hat. Diese Geschwindigkeit ist aber gleich dem Umfange der Bahn, dividiert durch die Umlaufszeit. Nennt man also R den Radius der Bahn, T die Umlaufszeit, so ist

$$v = \frac{2R\pi}{T}$$

Setzt man diese beiden Werte für v einander gleich, so erhält man

$$\frac{2R\pi}{T} = \sqrt{\frac{k(M+m)}{r}}$$

Da nun M und m gegen r sehr klein sind, so kann man $M+m$ ohne merklichen Fehler gleich M setzen, und man erhält

$$\frac{2R\pi}{T} = \sqrt{\frac{kM}{r}}$$

Quadriert man beide Seiten dieser Gleichung, so erhält man

$$\frac{4R^2\pi^2}{T^2} = \frac{kM}{r}$$

Multipliziert man beide Seiten mit r, so erhält man

$$\frac{4R^2\pi^2 r}{T^2} = kM$$

Dividiert man beide Seiten durch $4\pi^2$, so erhält man

$$\frac{R^2 r}{T^2} = \frac{kM}{4\pi^2}$$

Da nun k und π konstante Größen sind, so ist $\frac{kM}{4\pi^2}$ eine konstante Größe, die wir C nennen wollen. Dann ist

$$\frac{R^2 r}{T^2} = C$$

Multipliziert man beide Seiten mit T^2, so erhält man

$$R^2 r = CT^2$$

Dividiert man beide Seiten durch C, so erhält man

$$\frac{R^2 r}{C} = T^2$$

Zieht man aus beiden Seiten die Quadratwurzel, so erhält man

$$\sqrt{\frac{R^2 r}{C}} = T$$

Da nun C eine konstante Größe ist, so kann man $\frac{1}{C}$ ohne merklichen Fehler gleich 1 setzen, und man erhält

$$\sqrt{R^2 r} = T$$

Zieht man aus R^2 die Quadratwurzel, so erhält man

$$R\sqrt{r} = T$$

Setzt man nun für R und T die Werte, die sie bei der Berührung haben, so erhält man

$$r\sqrt{r} = \text{Umlaufszeit}$$

Diese Gleichung sagt also aus, daß die Umlaufszeit gleich ist dem Produkte aus der Entfernung der beiden Kugeln zur Zeit der Berührung und der Quadratwurzel aus dieser Entfernung.

Aequator-Ringe abzusondern. Aus dem Vorhergesagten wird es klar sein, weshalb nur die größeren Planeten im Stande gewesen sind, Mondringe in zum Theil ziemlich häufiger Wiederholung abzuschleudern. Uranus, Saturn und Jupiter haben diesen Vorgang zu mehrfach wiederholten Malen durchgemacht, beim Saturn dauert er, wenn nicht Alles trügt, noch fort; der Mars hat nur zwei, ihn sehr schnell umkreisende, kleine Monde erhalten, die Erde einen und die inneren Planeten vielleicht gar keinen. Bei den äußeren, viel größeren Planeten mußte dieser Wiederholung noch der Umstand zu Gute kommen, daß sie ihre Wärme vermöge ihrer größern Massen viel weniger schnell auszustrahlen vermochten. Sie sind wahrscheinlich zum Theil jetzt noch von glühend heißen Dämpfen umgeben, soweit sie überhaupt bereits einen festen Kern besitzen. Der Saturnring oder vielmehr die zahlreichen einander concentrisch umfassenden Ringe, die man durch schmale dunkle Zwischenräume getrennt, mit den schärferen Instrumenten der Neuzeit erkennt, ist ein für eine kosmische Masse auffallend schmächtiges Gebilde, wie sich schon daraus ergiebt, daß der Ring, wenn er uns im Laufe seiner Bahn die Schneide zukehrt, völlig verschwindet. Wahrscheinlich besteht er aus getrennten festen Theilen, die sich nach Deichmüller (1894) in einer Schicht von kaum mehr als 1 km Dicke ausbreiten. In den äußern Zonen des Ringes stehen diese Theilchen dichter und reflektiren daher mehr Licht, so daß sie weißer und glänzender erscheinen; in den inneren Ringen ist die Durchsichtigkeit so groß, daß sie einem in ihren Schatten tretenden Saturnmond, der im Schatten der äußern Ringe völlig verdunkelt wird, das Sonnenlicht kaum merklich entziehen. Diese florartig durchsichtigen inneren Ringe rotiren nach Keelers Ermittelungen durch die spektroskopische Methode, fast doppelt so schnell, wie die äußersten, so daß auch darin Aehnlichkeit des Saturnringsystems mit dem Planetenbildungsprozesse besteht. Was wir vom Körper der großen Planeten sehen, ist wahrscheinlich nur der Umriß ihrer Dampfkugel, und damit würden sich die langgezogenen dunkleren, dem Aequator parallel laufenden Querstreifen, die man häufig auf der Oberfläche von Saturn und Jupiter gewahrt, wahrscheinlich als aus dem Innern der heißen Planeten hervorbrechende Dampfwolken deuten lassen, die sich durch die Rotation über weite Zonen verbreiten. Ein großes Interesse bei den Astronomen hat in anderer Beziehung der seit 16 Jahren erschienene, noch heute nicht völlig verschwundene, aber im Vergehen begriffene „rothe Fleck" am Jupiter (Fig. 13 a) erregt. Man ist genöthigt, an eine ungeheure „offne Wunde" des Planeten zu denken, die man dem Feuersee von Kilauea auf Hawaii verglichen hat, deren größte Länge aber nahezu $^3/_4$ des Erdumfanges erreicht, und den die rosiröthlichen Wolkenstreifen zu fliehen scheinen. Der englische Astronom Proctor hat besonders darauf aufmerksam gemacht, daß man sehr oft auf dem Jupiter perlschnurartige Wolkenzüge gleichlaufend mit dem Aequator ausgebreitet sieht, wie sie entstehen müssen, wenn an einer bestimmten Stelle dieses Planeten aus dem

Innern gewaltige Dampfwolken in kurzen Zwiſchenräumen hervorbrechen und aufſteigen. Man hat dieſe Wolkenzüge Schatten auf tiefere Schichten werfen ſehen, und nach alledem geſchloſſen, daß dieſe Planeten zum Theil noch in Zuſtänden befindlich ſein mögen, wie ſie Mars und Erde ſchon vor undenklichen Zeiten durchgemacht haben, womit auch die geringe Dichte der Erſteren übereinſtimmt. Dieſe geringere Dichte kann aber auch vielleicht zum Theil darauf zurückgeführt werden, daß die äußeren Planeten aus den äußerſten Theilen des Sonnennebels abgeſondert wurden, deſſen Dichte gewiß nach innen zunahm, indem die ſchwerſten ſeiner Beſtandtheile ſich näher um den Mittelpunkt ſchichteten. Daraus würde ſich erklären,

Fig. 13.
Jupiter in größter Erdnähe. (26. März 1898.) Nach einer Zeichnung von Ph. Fauth.
a der rothe Fleck.

weshalb die Dichtigkeit der Planeten im Sonnenſyſteme nach innen ſtetig zunimmt, ſo daß der der Sonne nächſte Planet, der Merkur, auch der dichteſte iſt.

Aehnliche Gluthproceſſe, wie wir ſie auf dem Jupiter vermuthen, aber natürlich in einem viel gewaltigeren Maßſtabe, ſehen wir noch heute alltäglich auf der Sonne vor ſich gehen, deren noch immer ſehr bewegliche Oberfläche ſich nach der Geburt des Merkur noch im Mittel fünfzehn Millionen Meilen zurückgezogen hat. Hier iſt es wieder die Spectralanalyſe, welche die erſtaunlichſten Ergebniſſe geliefert hat. Noch bis zur Mitte unſeres Jahrhunderts glaubte man, daß die Sonne möglicherweiſe ein bewohnter dunkler und kühler Weltkörper mit einer licht- und wärmeausſendenden Hülle ſein könnte; durch die Bunſen-Kirchhoff'ſche Entdeckung aber wiſſen wir, daß ſie ein über und über glühender Feuerball iſt, an deſſen Oberfläche

Ivy Cottage, Ivy Lane, Ivy Hatch, Sevenoaks, Kent TN15 0PA

Ivy Cottage is a Grade II listed building, dating from the 17th century. It is a timber-framed house with a tile-hung first floor and a clay tile roof. The house has a symmetrical front elevation with a central door and two windows on each side. The windows are casement windows with leaded lights. The house has a large chimney stack on the left-hand side. The house is set back from the road and has a small garden in front. The garden is enclosed by a low brick wall. The house is surrounded by trees and shrubs. The house is in a quiet location, away from the main road. The house is a private residence and is not open to the public.

Ivy Cottage, Ivy Lane, Ivy Hatch

gütter hebt, in Bali dem indischen Ungeheuer der Rhotdinge Barong, das mit dem Drachen Rangda kämpft, und in Japan den Spiritismus und andere exotische Kulte kennt, nur jede Erscheinungsform des Lebens, die sich in Europa entwickelt hat, ist ihm verächtlich. Nur das Leben des großen Europäers, der sich selbst überwindet, der sich in die Tiefen des schöpferischen Geistes, des Unterbewußten und auch des ganz verborgen Bösen wagt, der Leben, schwächere Leute in Verderben stürzen, der Leben, das seine Kräfte, seine Gesundheit, seinen Ruf, seine Ehre, seine Existenz, seine Seele, seine Unsterblichkeit für etwas Unendliches einsetzt, dieses Leben ist ihm wertvoll. Und wenn er auch in seinen Forschungen, in den Gefahren, denen er sich aussetzt, seine Kräfte erschöpft

Stickerei und in den Farbtönungen der Ware der Zweck derselben erkennen lassen, wie z. B. Blumen, Früchte, Ornamente, Figuren, Landschaften, Jagden, Schlachten, Arabesken, Schnörkel, Schriften, Monogramme, Wappen, Embleme, Sinnsprüche, Devisen, Inschriften, Namen, Daten, Jahreszahlen, Initialen, Zahlen, Buchstaben, Ziffern, Noten, Tonleitern, Tonzeichen, Liniirungen, Karos, Streifen, Punkte, Kreise, Ringe, Sterne, Linien, Schnörkel, Schleifen, Schnüre, Bänder, Kränze, Guirlanden, Rosetten

über der Sonnenoberfläche, und eine Geschwindigkeit von zweihundertsechzig Kilometer in der Secunde erreicht (Fig. 16 rechts).

Um diese periodischen Feuerausbrüche zu erklären, hat Respighi die Theorie aufgestellt, daß die Oberfläche des Sonnenkörpers sich zur Zeit in einem dickflüssigen Zustande befinde, der den kleineren Gasblasen, die sich im Innern entwickeln, für gewöhnlich den Durchbruch gestatte, darauf aber stellenweise durch weitere Abkühlung und Starrerwerden derselben verhindere, bis sich große Dampfmassen angesammelt haben, die dann plötzlich durch äußere oder innere Ursachen veranlaßt, in gewaltigen Explosionen hervorbrechen. Durch die damit verbundene starke Wärmeentwicklung wird dann aber wieder für einige Zeit die Dünnflüssigkeit der Oberfläche befördert, so daß die Gase einen gleichmäßigeren Austritt erhalten, bis sich das Spiel wiederholt. Wir müssen offenbar der Periode chemischer Thätigkeit, in die der Sonnenkörper eingetreten ist, einen guten Theil an dem Ersatz der uns so wohlthätigen Sonnenwärme beimessen. In den oben erörterten Urzuständen der Gestirne und auf den heißesten Sternen können chemische Verbindungen nicht bestehen; aber durch allmälige Abkühlung wird ein Zustand herbeigeführt, in welchem die chemischen Verwandtschaften erwachen und Verbindungen der Elemente unter einander stattfinden, wobei Wärmemassen entbunden werden, welche die weitere Abkühlung sehr verlangsamen müssen. Dadurch muß ein Spiel großartiger Neuverbindungen und Wiederzersetzungen entstehen, denn die gewaltige Wärmeentbindung der Eruptionen wird jedesmal eine Menge von Verbindungen auf's Neue zerlegen, die sich in den kühleren Theilen der Dampfhülle bereits gebildet hatten. Man wird sich dieses riesenhafte chemische Laboratorium so vorstellen müssen, daß sich die Stoffe in dem Kern sowohl, wie in der wallenden Dampfhülle in verschiedenen Schichten abgesondert haben, die ihrer abnehmenden Schwere entsprechen, und hierbei können Elemente von einander getrennt worden sein, die durch Eruptionen in Berührung gebracht, erst in höheren Regionen der Dampfhülle zu Explosionen führen.

Das Spectroskop hat uns mit einer chemischen Ungleichheit der den Sonnenkörper wie Zwiebelschalen umgebenden Dampfhüllen bekannt gemacht, und man unterscheidet darnach von unten oder innen ausgehend, die Leuchtschicht (Photosphäre), umkehrende Schicht, die rosenrothe Chromosphäre und die Corona, welch letztere die weit ausgedehnte dünne Atmosphäre darstellt, die bei totalen Finsternissen wie ein Heiligenschein den verdunkelten Sonnenkörper umhüllt. Wahrscheinlich bestehen jene untersten Schichten der Dampfhülle aus schweren Metalldämpfen, über denen die Dämpfe von Leichtmetallen sich erheben, worauf erst höher hinauf Sauerstoff, Stickstoff und Wasserstoff u. s. w. folgen würden. In diesen äußern Schichten, die man die Verbrennungsschichten nennen kann, würden also jene Explosionen emporgeschleuderter Massen entstehen, und es erklären diese Processe der äußern Schichten wahrscheinlich den Umstand, daß die Linien der in ihnen

vorhandenen Gaſe, wie z. B. des Sauerſtoffgaſes, im Sonnenſpectrum dauernd leuchtend erſcheinen, während diejenigen der Metalle und auch des Waſſerſtoffs gewöhnlich dunkel erſcheinen, weil ihre Strahlen nämlich dicke gleichartige Dampfhüllen durchdringen müſſen, während ſie ebenfalls leuchtend erſcheinen, wenn die ihnen entſprechenden Stoffe, in die höheren Regionen geſchleudert, ſich dort verbinden (verbrennen). Uebrigens ſind alle dieſe Anſichten noch in ſtarkem Widerſtreit und Fluſſe begriffen. Die Schätzungen der Sonnentemperatur ſchwanken von 8000 bis 30000 Grad und kürzlich hat uns Auguſt Schmidt mit einer Sonnentheorie überraſcht, nach welcher die Vorgänge, die wir auf der Sonnenoberfläche beobachten, gar nicht dort, ſondern im Innern des Sonnenkörpers ſtattfinden und nur durch Strahlenbrechung gehoben daſelbſt erſcheinen ſollen. Soviel aber ſteht nun feſt, daß auf der Sonne dieſelben chemiſchen Elemente vorkommen, wie auf der Erde und in den Fixſternen, nachdem man nun auch den 1868 von Lockyer in der Sonne zuerſt an einer hellen Linie im Gelbgrün entdeckten, auf Erden unbekannt gebliebenen Sonnenſtoff, das Helium 1896 als einen Beſtandtheil vieler irdiſchen Mineralien und Mineralquellen erkannt hat. Seitdem iſt dieſes Sonnengas auch als Beſtandtheil vieler Fixſterne, z. B. der helleren Orionſterne erkannt worden, und wir finden in dieſer Allverbreitung des Heliums den Beweis einer gerade durch dasſelbe in Frage geſtellten tröſtlichen Thatſache, daß die Sonne ihren Kindern wirklich nichts Stoffliches vorbehalten hat.

In den oben beſchriebenen chemiſchen Vorgängen auf Sonnen und Fixſternen haben wir offenbar einen theilweiſen Erſatz der ungeheuren Wärmemengen zu erkennen, die ſie beſtändig in den Raum ausſtrahlen, und in demſelben Grade natürlich auch eine Verlangſamung des Abkühlungsproceſſes. Schon längſt haben die Naturforſcher erwogen, daß ein ſolcher Erſatz ſtattfinden müſſe, und man hat unter andern an Meteoritenſchwärme gedacht, die das Sonnenfeuer beſtändig nähren ſollten, wie die aufgeſchütteten Kohlen das Kaminfeuer. Der vor zehn Jahren verſtorbene deutſche Phyſiker William Siemens hat dagegen eine Hypotheſe erdacht, wonach der Sonnenball an ſeinem Aequator beſtändig verbrannte Stoffe in den Raum hinausſchleudern, ſie dort durch ſeine Lichtſtrahlen zerſetzen und als neues Brennmaterial an den Polen wieder heranziehen ſollte, ſo daß ein Kreislauf der Verbrennungsſtoffe im Sonnenumkreiſe anzunehmen ſei, bei welchem nur geringe Verluſte ſtattfänden. Eine andere geiſtreiche Sonnentheorie, die von einem durchaus gaſigen Sonnenkörper ausgeht, der in ſeiner Atmoſphäre die Stoffe verbrennt, die er im Innern wieder gewinnt, verdanken wir O. N. Witt (Charlottenburg). Die Hauptmenge der Sonnenwärme dürfte aber, nach wie vor, von der fortſchreitenden Zuſammenziehung des Sonnenkörpers ſelbſt geliefert werden. Helmholtz hat eine Rechnung ausgeführt, nach welcher die Maſſe der Sonne, wenn ſie durch plötzliche Verdichtung eines Urnebels von der Ausdehnung ihres Planetenſyſtems entſtanden wäre,

eine Temperatur von achtundzwanzig Millionen Grad Celsius erhalten haben würde. Dieselbe Wärmemenge wird natürlich auch nach und nach bei der allmäligen Verdichtung frei, und ihr ist es zu verdanken, daß auf der Erde und wahrscheinlich auch auf andren Planeten unseres und anderer Systeme ein Leben, wie wir es kennen, möglich wurde, und während ungeheurer Zeiträume erhalten blieb, so daß es sich zu den hohen Stufen emporarbeiten konnte, die wir sehen und ahnen.

Die in der obenerwähnten Sonnenheizungs-Hypothese erwähnte Thatsache, daß Weltkörper im Raume aufeinanderprallen können und dies so lange fortsetzen müssen, bis sich ihre Bahnen völlig von solchen Möglichkeiten befreit haben, ist in neuerer Zeit von Du Prel zu einer besonderen Theorie ausgeführt worden, die er den „Kampf um's Dasein am Himmel" nennt. Dafür, daß solche Katastrophen früher öfter stattgefunden haben, wird wohl auch die Schaar der Planetoiden zwischen Mars und Jupiter angeführt. Sie lassen sich aber ebensogut als die Theile eines Sonnenringes auffassen, der sich in Folge schnell zunehmender Schwungkraft in viele Zonen theilte, die sich zu ebensovielen kleinen Planeten verdichtet haben. Daß aber eine Reinigung und Befreiung des Raumes von umherirrenden kleineren Trümmern beständig stattfindet, und ehemals wahrscheinlich in einem größern Maßstabe als jetzt, beweisen uns schon die Meteoritenfälle an der Erdoberfläche, die sich nicht selten zu einem förmlichen Feuerregen steigern. Das in manchen Nächten massenhafte Niederfallen von Sternschnuppen, denen die Erde im Laufe der Jahre sicherlich einen erheblichen Größenzuwachs verdankt, rührt bekanntlich von dem Vorhandensein stellenweise dicht besetzter Meteoritenringe im Planetenraume her, welche die Erde in ihrer Jahresbahn wiederholt zu durchbrechen oder zu streifen hat, wobei sie jedesmal einen beträchtlichen Sternschnuppenschauer auf sich herabzieht. Das hervorragendste Schauspiel gewähren darunter die seit langen Jahrhunderten bekannten feurigen „Thränen des h. Laurentius", die am 10. August, dem Todestage jenes Heiligen, auf uns herabregnen, von den Astronomen Perseiden genannt, nach dem Sternbilde des Perseus, aus dem sie hervorzuströmen scheinen, weil dort die Bahnkreuzung liegt, und die aus dem Gr. Löwen kommenden Leoniden, die uns um dem 12. November dreimal im Jahrhundert einen verstärkten Feuerregen zuführen, weil dann die Erde eine besonders stark besetzte Stelle ihrer Bahn passirt. Solche Begegnungen mit kosmischen Massen verlaufen meist für uns ungefährlich, da die Atmosphäre, in der sie sich beim Eindringen entzünden und durch ungleiche Erwärmung zerplatzen, uns wie ein Prellpolster schützt. Nur ab und zu gelingt es einer schwereren Meteormasse, namentlich wenn sie aus größeren Metallmassen (Eisen, Nickel und ähnlichen Metallen) besteht, die Atmosphäre unzersprengt zu durchdringen, wie der ungeheure, auf ein Gewicht von 50 bis 90 Tonnen geschätzte Meteorstein, den Peary 1897 aus der Melville-Bai nach New-York gebracht hat; die meisten kommen in Gestalt kleinerer Trümmer oder feinen Staubes herab.

Viel größer war von jeher die Furcht vor dem Zusammentreffen der Erde mit einem Kometen, weil dies theilweise aus fernen Regionen in unser Planetensystem eintretende kosmische Massen sind, über deren Natur man noch nicht völlig im Klaren ist. Wenn Schiaparelli Recht hat, aus der Bahnähnlichkeit gewisser kleinerer Kometen mit derjenigen der erwähnten Meteorschwärme zu schließen, die Kometen bestünden selbst aus solchen Schwärmen kleinerer und größerer fester Körper, die weit genug von einander entfernt seien, um die Sterne durch ihre Zwischenräume hindurchfunkeln zu lassen, so würde ihre Begegnung auch keine größeren Ueberraschungen bieten; sicherlich ist die Masse der Kometen ihrer ungeheuren Schweifentwicklung gegenüber sehr gering, und ebenso wie wir schon in unserem Jahrhundert einmal von dem Schweif eines Kometen gefegt worden sind, ohne etwas von ihm zu spüren, dürfte die Erde im Laufe der geologischen Zeiten schon manche solcher Begegnungen überstanden haben, ohne daß ihre Bewohner an Luftvergiftung und ähnlichen Fährnissen zu Grunde gegangen sind. Andere Astronomen und Physiker haben aus spectroskopischen Anzeichen geschlossen, daß der Hauptbestandtheil der Kometen ein flüssiger Kohlenwasserstoff, eine Art sehr flüchtigen Petroleumäthers sei, welcher von der Kälte des Weltraumes verdichtet, sobald der Komet in die Sonnennähe gelangt, verdunste und dabei das Material für die Entwickelung des großen Schweifes hergebe, der sich fast stets, wie von einer gleichnamigen Kraft (Elektricität?) abgestoßen, von der Sonne abwendet; eine solche Abstoßung würden aber auch feste Theile (Meteorstaub) erleiden können.

Ein häufigeres Zusammenprallen größerer Weltkörper scheint nach der Nebularhypothese, die von einer Reinigung des Raumes durch zusammenfallende Nebelmassen ausgeht, nicht eben wahrscheinlich und die Hauptsäuberung der Bahnen wird in den Zeiten der Jugend jedes einzelnen Systems erfolgen, dessen Glieder sich später in gleichen Richtungen bewegen, und deshalb sich nicht begegnen können. Eine Ausnahme ist hier, wie schon angedeutet wurde, nur für Theile desselben Absonderungsringes wahrscheinlich, die, wenn sie eine noch so geringe Verschiedenheit ihrer Geschwindigkeit erlangten, sich schließlich mit einander vereinigen mußten, ein wichtiger Umstand, der, wie es scheint mit Unrecht, bisher in den kosmogonischen Systemen übersehen wurde. Vielleicht sind die Meteormassen und Kometen Sammlungen solcher Ueberbleibsel der alten kosmischen Massen, die nicht zeitig genug zum Anschlusse gelangt sind, und nun nachträglich den größeren Massen zufallen und namentlich den Sonnen als Brennstoff dienen.

Dennoch werden Katastrophen im Weltall, wie sie durch das Zusammenstoßen größerer Weltkörper entstehen müssen, niemals für ganz ausgeschlossen gelten können, und man hat sie in neuerer Zeit zur Erklärung einer Naturerscheinung benützt, welche die Phantasie der Menschen bei jedem Neuauftreten in eine gewaltige Aufregung versetzt hat, wir meinen das

Bildschirmtext beschreiben können und die Erklärung für Bildschirmtext-Teilnehmer, die Sie ja auch sind, in Ihrer Broschüre vorfinden. Ich möchte Sie bitten, mir zu sagen, ob Sie damit einverstanden sind, daß wir diese Erklärung in der Form, wie sie jetzt vorliegt, in unsere Broschüre hineinnehmen. Wenn Sie noch irgendwelche Änderungswünsche haben, dann bitte ich Sie, mir diese bis spätestens Freitag, den 14. Juli 1978, mitzuteilen. Sollte ich bis dahin nichts von Ihnen hören, betrachten wir Ihr Einverständnis als gegeben. Ich bitte Sie, mir auch mitzuteilen, ob Sie damit einverstanden sind, daß wir Ihre Anschrift und Ihre Telefonnummer in unsere Broschüre aufnehmen. Wir würden diese Angaben in der Form vornehmen, daß wir Ihre Anschrift und Ihre Telefonnummer in Klammern hinter Ihrem Namen setzen.

Antwort des Senats von Berlin auf Brief Nr. 9, Seite 2/2.
Mit Bleistift sind Änderungswünsche eingetragen.

Redakteur Hansmann wird angeboten, mit dem Bremer planen zu können. Die Erklärung für das Bildschirmtext-Teilnehmer, Seite 2, könnte so: Wir in den Bildschirmtextseiten Berlin 10 [illegible] Sie kann ihn unter Berlin 10 [illegible] Sie können ihn unter Berlin 10 [illegible] Sie können ihn unter Berlin 10 [illegible] Sie können

ſtarrungsrinde handle. Die genauere Beobachtung des neuen Sternes im Schwan hatte O. Lohſe zu einer den ſchon erwähnten Vorgängen auf der Sonne entſprechenden Hypotheſe geführt, die ſich beſſer dem regelmäßigen Entwicklungsgange der Weltkörper einfügt. Durch die fortſchreitende Abkühlung der aus glühenden Dämpfen und Gaſen beſtehenden Maſſe eines ſelbſtleuchtenden Weltkörpers (Fixſterns) muß ſchließlich eine atmoſphäriſche Hülle erzeugt werden, die das Licht in ſo ſtarkem Grade verſchluckt, daß der Stern von der Erde aus nicht mehr, oder doch nur ſehr undeutlich geſehen werden kann. Wenn dann durch weitere Ausſtrahlung der Abkühlungsgrad erreicht wird, welcher für die Bildung derjenigen chemiſchen Verbindungen erforderlich iſt, die einen weſentlichen Theil des Ganzen bilden, ſo wird bei Vereinigung der betreffenden Elementarſtoffe eine ſo bedeutende Wärme- und Lichtentwickelung ſtattfinden, daß der Stern plötzlich auf große Entfernungen hin für längere oder kürzere Zeit wieder ſichtbar wird.

Die Beobachtung des neues Sternes im Fuhrmann führte mit größerer Beſtimmtheit zur Annahme eines Zuſammenſtoßes zweier oder gar dreier Weltkörper. An einer Stelle, an welcher am 8. December 1891 auf photographiſchen Platten noch kein Stern ſichtbar war, der auch nur die neunte Größe gehabt hätte, erſchien bei einer Aufnahme vom 10. December, alſo 2 Tage ſpäter, ein Stern der fünften Größe, ſo daß er mit bloßem Auge gut erkennbar war und dieſe Helligkeit bis in den Februar 1892 behielt, dann aber ſchnell abnahm, und im März nur noch neunte Größe zeigte, ſpäter im Sommer allerdings noch einmal aufflammte. Sein Spectrum beſtand aus drei übereinandergelagerten Spectren, zweien mit hellen Linien und einem mit dunklen, und aus den Verſchiebungen dieſer Linien ſchloß Vogel (Potsdam) und ähnlich auch Huggins, daß der Stern mit den dunklen Linien mit einer Geſchwindigkeit von 120 Meilen in der Sekunde begabt war und ſich in derſelben Zeit um 90 Meilen der Erde näherte, während von den Sternen mit leuchtenden Linien der eine ſich uns mit 5 Meilen näherte, der andere um 64 Meilen entfernte. Es wäre ein Stern dem andern ſo nahe gekommen, daß er ihn anſcheinend ſeiner verdunkelnden Atmoſphäre beraubt hätte, ſo daß dieſer (mit ſeinem Begleiter?) plötzlich hell aufſtrahlte, oder ſie ſeien zuſammengeſtoßen, oder wie Seeliger in München annahm, der oder die aufleuchtenden Sterne ſeien in eine dichte Meteorwolke gerathen und dort gleichſam in Brand gerathen. Eine ſolche leuchtende Wolke, die ſich auf drei Bogenſecunden um den Stern ausbreitete, war nämlich, als der Stern im Auguſt 1892 nochmals aufleuchtete, auf der Lickſternwarte in Kalifornien von Barnard beobachtet worden.

Von den Entwicklungsſchickſalen der Sterne und Sonnen wenden wir uns zu denen der Planeten und Monde, unſerer nächſten Nachbarn, zu den Geſchwiſtern und Geſchwiſterkindern der Erde im Weltall. Als die Erde

endgültig durch Kopernikus von ihrem Throne im Mittelpunkte der Welt entfernt, und damit der geocentrische Standpunkt, nach welchem alle Gestirne nur für den Herrn der Erde leuchten sollten, untergraben war, tauchten als Gegenwirkung Schilderungen von der Mehrheit der bewohnten Welten auf, die Nicolaus von Kusa (1401—1464), der schon vor Kopernikus die Achsendrehung der Erde gelehrt hat, und Giordano Bruno, den man am 17. Februar 1600 zu Rom verbrannte, in Schwung brachten. Sonne, Mond, Planeten und Sterne wurden nun in zahlreichen romanhaften Schriften mehrere hundert Jahre lang unter die bewohnbaren und von menschenähnlichen Wesen bewohnten Gestirne gerechnet und in der Art Julius Verne's auf phantastischen Reisen besucht. Wie verlockend diese Ausflüge in die Traumwelt waren, geht daraus hervor, daß selbst einige der größten Geister aller Zeiten, ein Kepler, Huyghens und Kant einer solchen Versuchung nicht widerstehen konnten. Am meisten Beifall darunter fanden die 1686 erschienenen „Unterhaltungen über die Mehrheit der Welten" des französischen Akademikers Fontenelle, der einer wißbegierigen Dame erzählt, daß der Mond (wie schon Kepler in seinem „Traum vom Monde" ausgeführt hatte) von einer Menschenart bewohnt sei, die sich vor der langen Sonnengluth durch große Wallbauten geschützt habe, daß auf Merkur und Venus kleine Neger hausen, welche die Hitze ihrer Sonnennähe wohl ertragen, daß der Mars eines langen Aufenthaltes nicht werth sei, weil seine Lebensbedingungen den irdischen gar zu ähnlich seien, daß dagegen die Jupitersbewohner durch das Prachtschauspiel ihrer Monde zu großen Astronomen gediehen wären, die bereits den kleinen Erdenstern entdeckt hätten u. s. w. Durch den wiederkehrenden Kapitel-Refrain: Warum sollte es nicht so sein? wurde dieses Phantasiespiel erträglicher gemacht.

Christian Huyghens' „Weltbeschauer", der wie Keplers Mondtraum als nachgelassenes Werk (1698) herausgegeben wurde, vertiefte diese Betrachtungen insofern, als wenigstens die physikalischen und meteorologischen Verhältnisse auf den Planetenoberflächen in Betracht gezogen wurden, aber freilich vermischte sich dabei immer wieder Wahrheit und Irrthum, so wenn die „Wolkenstreifen" des Jupiter auf die senkrechte Stellung der Achse bezogen wurden, die den Jupiterbewohnern zwar einen ewigen Frühling aber auch viel Sturm und Regen einbringen sollte. Noch verfehlter waren Kant's Speculationen über die wachsende Vollkommenheit der Sinne und Gedanken der Jupiter- und Saturnbewohner, und es erquickt ordentlich, unter diesen wüsten Träumereien einmal einen Gedanken zu treffen, der sich zufällig bewährt hat, wie Keplers Vermuthung, daß der Mars wohl zwei Monde haben möchte, da die Erde einen, der Jupiter deren vier und der Saturn wahrscheinlich noch mehr habe. Der Kapuziner Reita sprach 1641 von diesen Marsmonden, die Asaph Hall erst 1877 wirklich entdeckt hat, als ob er sie gesehen habe, und ebenso Swift in Gullivers Reisen (1728) und

Voltaire im Micromegas (1753), nachdem Jakob Schudt in Frankfurt a. O. in einer Schrift über die Wahrscheinlichkeit mehrerer bewohnter Welten (1721), die richtige Bemerkung gemacht hatte, daß diese beiden Marsmonde wahrscheinlich so klein seien, daß man sie darum noch nicht beobachtet habe.

Von dieser Traumherrlichkeit der letzten Jahrhunderte ist heute nicht mehr viel haltbar. Die Sonne, welche noch im Anfange unseres Jahrhunderts als ein möglicherweise kühler, nur von einer Luft und Wärme spendenden Hülle umgebener Weltkörper gelten konnte, hat sich uns als ein Gluthball der ungeheuersten chemischen Prozesse und Explosionen enthüllt und mit ihr sind alle die leuchtenden Fixsterne als Ziele der Schwärmereien und Lieder von einem „schönern Stern" aus unserem Gesichtskreise entschwunden. Ihre unsichtbaren, nur zuweilen durch Rechnung auffindbaren und in starken Fernröhren zu entdeckenden Begleiter werden, wenn nicht alle Analogieschlüsse trügen, in vielen Fällen den Schauplatz einer ähnlichen organischen Entwickelung darbieten, wie die Erde, denn die Elemente des Lebens sind überall im Raum vorhanden, und wo die Bedingungen des Lichtes, einer athembaren Luftmischung und des tropfbarflüssigen Wassers gegeben waren, wird sich auch ein Leben entfaltet haben, das vielleicht dem irdischen in einzelnen Fällen gar nicht so unähnlich gewesen sein wird, und auch bis zur Hervorbringung denkender Wesen fortgeschritten sein mag. Was wir auf unsern Nachbarwelten in dieser Richtung beobachten können, giebt freilich dafür keine sichern Anhaltspunkte.

Die beiden der Sonne nächsten Planeten Merkur und Venus sind für das Studium ihrer Oberfläche und Luftbeschaffenheit keine günstigen Objekte. In den Zeiten, wo sie uns am nächsten kommen, kehren sie uns ihre Nachtseiten zu. Zu Zeiten zwar erblickt man undeutliche Zeichnungen auf ihrer Fläche, die aber noch nicht einmal die Frage ihrer Achsendrehungs-Frist zweifellos zu bestimmen erlaubten. Allem Anscheine nach sind die früheren Anschauungen, welche diesen Planeten eine ähnliche Rotationsdauer gaben, wie die Erde sie besitzt, der die Venus im Durchmesser nahekommt, falsch und sie vollenden in den 88 oder 225 Tagen, in denen sie einen Umlauf um die Sonne zurücklegen, nur eine Umdrehung, d. h. sie kehren der Sonne, ähnlich wie unser Mond uns, immer dieselbe Seite zu. Diese zuerst von Schiaparelli dargelegte, in neuerer Zeit besonders von Lowell in Flagstaff (Arizona) unterstützte Wahrscheinlichkeit, würde einem Leben, wie es die Erde besitzt, nicht günstig sein: nur die Sonnenseite könnte grüne Pflanzen und Lichtthiere nähren, die andere in ewige Nacht gehüllte Seite würde nur Nachtwesen beherbergen können. Ebensowenig scheint sich die frühere Annahme, daß die Venus meist mit dicken Wolken bedeckt sei, deren starke Lichtzurückwerfung dem Morgen- und Abendsterne seinen vielbesungenen ruhigen Glanz gäben, zu bestätigen. Lowell konnte im Spätsommer 1896 täglich die Karte der Venus erkennen und eine

Menge Oertlichkeiten daselbst verzeichnen, deren Namen er der griechisch-phönicischen Venus-Mythologie entnahm. Die Atmosphäre scheint aber dicht und deshalb stark Licht zurückwerfend zu sein, die Scheibe zeigt ein allgemeines Strohgelb, aus dem sich die Gebirgszüge etwas grauer hervorhoben. Nach Trouvelot würden einige Rand-Unregelmäßigkeiten, die man schon früher an den Hörnern der Venussichel bemerkt hatte, von sehr hohen Bergen herrühren, die ihre Gipfel über den dichteren Theil der Atmosphäre hinausstrecken. Lowell erhielt den Eindruck kahler, von der Sonne ausgetrockneter Landstrecken, über die sich das Gebirgssystem erhebt, einer „dürren, schweigenden und stummen Einöde", Spuren von Eiskappen an den Polen, wie beim Mars, sah er nur einmal unsicher. Vieles Aufsehen hatten in jenen Zeiten, wo man noch alle Planeten mit menschenähnlichen Wesen bevölkerte, eigentümliche Lichtentwickelungen auf der Nachtseite der Venus erregt, d. h. in dem dunklen Theil der Sichelgestalt, die Venus und Merkur gleich dem Monde annehmen. In diesem phosphorischen Schein, der besonders stark 1756 und 1802 auftrat, glaubte Gruithuisen eine allgemeine Freuden-Illumination beim Antritt der Regierung eines neuen Venuskaisers erkennen zu sollen; heute vermuthet man meist in diesen periodischen Lichtentwicklungen unsern Polarlichtern analoge, von den Sonnenstürmen geweckte Erscheinungen. Der Merkur schied um so mehr aus der Gruppe der Planeten, „für die man sich interessiren konnte", je offenbarer bei ihm der Mangel einer erkennbaren Atmosphäre wurde.

Je entschiedenere Mißerfolge die Weltbevölkerungs-Bestrebungen bei den innern Planeten gehabt hatten, mit desto kühneren Hoffnungen wendeten sich die Kosmopoliten in neuerer Zeit dem ersten äußeren Planeten, dem Mars zu, obwohl Fontenelle ihn kaum eines Besuches werth gehalten, weil er der Erde in allen seinen Verhältnissen gar zu ähnlich sei. Eben diese Aehnlichkeiten haben der „Bruderwelt" der Erde in jüngster Zeit die größte Aufmerksamkeit eingetragen; die Astronomen haben die letzten Annäherungen des Mars, der seiner elliptischen Bahn wegen uns bekanntlich in seinen Gegenüberstellungen (Oppositionen) manchmal beträchtlich näher kommt und dann viel mehr Einzelheiten zeigt, als zu anderen Zeiten, weidlich ausgenützt, namentlich in den Jahren 1877, 1892 und 1894. Von den phantastischen Schilderungen eines Flammarion und ähnlicher „Dichter-Astronomen" angeregt, wurden aus Laienkreisen ansehnliche Stiftungen vornehmlich zur Marsbeobachtung ausgesetzt, und die Sternwarte von Arequipa auf der Hochebene von Peru, wurde wesentlich zur Marsbeobachtung von ihrem Begründer bestimmt. Auch die nordamerikanischen Lick- und Arizona-Observatorien mit ihren Riesenteleskopen haben bisher hauptsächlich als Mars-Warten dienen müssen. Eine reiche Dame, die durch Flammarions Schilderungen fest von dem Vorhandensein intelligenter Marsbewohner überzeugt war, vermachte eine beträchtliche Summe der Pariser Akademie zum Zwecke der Anbahnung eines Verkehrs mit denselben, natürlich zunächst

Fig. 6. Die Rückseite in der Detailansicht (RT. 1:1)
Fig. 6. Detailing the rear (actual size)
Fig. 6. Le dos en détail (grandeur réelle)

Menge Details darauf verzeichnen, deren Namen er der griechisch-phönicischen Venus-Mythologie entnahm. Die Atmosphäre scheint aber dicht und deshalb stark Licht zurückwerfend zu sein, die Scheibe zeigt ein allgemeines Strohgelb, aus dem sich die Gebirgszüge etwas grauer hervorheben. Nach Trouvelot würden einige Rand-Unregelmäßigkeiten, die man schon früher an den Hörnern der Venussichel bemerkt hatte, von sehr hohen Bergen herrühren, die ihre Gipfel über den dichteren Theil der Atmosphäre hinaus-strecken. Lowell erhielt den Eindruck kahler, von der Sonne ausgetrockneter Landstrecken, über die sich das Gebirgssystem erhebt, einer „alten, schweigenden und stummen Einöde", Spuren von Eisfeldern an den Polen wie beim Mars, sah er nur einmal unsicher. Vieles Andere haben [illegible] gesehen, so daß man noch alle Planeten mit mehr oder weniger [illegible] eigenthümliche Lichtentwickelungen auf der Nacht-seite der Venus erregt, [illegible] dem dunklen Theil der Sichelgestalt, die [illegible] Phasen annehmen. In diesem phosphorischen [illegible] 1892 auftrat, glaubte Gruithuisen [illegible] beim Antritt der Regierung [illegible] heute vermuthet man meist in diesen [illegible] Nichtern analoge, von den Bewohnern [illegible] schied um so mehr aus der [illegible] interessiren konnte", je offenbarer Atmosphäre wurde.

[illegible] Weltbevölkerungs-Bestrebungen bei [illegible] desto kühneren Hoffnungen wendeten [illegible] dem ersten äußeren Planeten, dem [illegible] Raum eines Besuches werth gehalten, [illegible] Verhältnissen gar zu ähnlich sei. Eben [illegible] der Erde in jüngster Zeit die [illegible] die Astronomen haben die letzten An-[illegible] ihrer jährlichen Bahn wegen uns bekannt-[illegible] manchmal beträchtlich [illegible] zeigt, als zu anderen Zeiten, [illegible] 1877, 1892 und 1894. Von [illegible] und ähnlicher „Dichter-[illegible] Stiftungen vor-[illegible] Observatorie von Arequipa [illegible] Marsbeobachtung von [illegible] Lick- und Arizona-[illegible] sher hauptsächlich als [illegible] die durch Flammarions [illegible] telligenter Marsbewohner [illegible] me der Pariser Akademie [illegible] denselben, natürlich zunächst

Mars-Aufnahmen nach Schiaparelli.

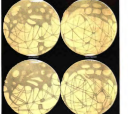


Fig. 1. Nr. 1 Schiaparelli, 24. Juni Normalmeridian 180°—360°.
Fig. 2. Nr. 2 Schiaparelli, 24. Oktober 0 bis 180°.
Fig. 3. Nr. 3 Schiaparelli, 24. Oktober 180 bis 360°.

mittelst Lichttelegraphie. Die Ursache so bestimmter Hoffnungen gründete sich im Wesentlichen auf die eigenthümliche Zeichnung der von Schiaparelli mit besonderer Schärfe entworfenen Marskarten, welche seine Oberfläche von einem Netze sich kreuzender, vorwiegend gerader Linien durchfurcht zeigen, und die Idee gewaltiger Kunststraßen wecken, wie ein Blick auf die beifolgende Marstafel ergiebt. Die nur selten und vorübergehend an einzelnen Stellen getrübte Atmosphäre des Mars läßt auf dem vorherrschend röthlichgelben Grunde erkennen, daß diese Linien größere Flecken von graublauer oder grünlicher Färbung verbinden, die man ähnlich wie gewisse Mondflecken für Meere oder überschwemmte Flächen angesehen hatte, und man nannte deshalb die Verbindungslinien Kanäle. Im Zusammenhange mit den schneeweiß erglänzenden „Eiskappen", welche die Pole des Mars bedecken, und abwechselnd sehr beträchtlich an Größe zu oder abnehmen, je nachdem der betreffende Pol im Laufe des Marsumlaufes Sommer oder Winter hat, war man geneigt, ein künstliches Abflußsystem in diesen Kanälen zu erkennen, das bestimmt sei, die Wassermassen nicht nur ohne Gefahr von der derzeitig mit Schmelzwasser überflutheten Marshalbkugel abzuleiten, sondern zugleich die dürre liegenden Aequatorialgegenden zu befruchten. Da es Wolkenniederschläge auf dem Mars, dessen ewig klarer Himmel eben alle diese Einzelheiten unsern Blicken enthüllt, nicht in irgend welchem bedeutenden Umfange geben kann, so erschien eine solche Ausnützung des Polareis-Schmelzwassers als das einzige Mittel, diese Welt bewohnbar zu erhalten. Ingenieure und Wasserbaumeister begeisterten sich für die alle ähnlichen irdischen Werke weit übertreffende Großartigkeit der Anlagen; sie ermittelten die Plätze gewaltiger Sammelbecken, Schleusen und Pumpwerke und zogen daraus Schlüsse auf eine die unsrige weit überragende Intelligenz der Marsbewohner, denen ein so ruhmreiches Werk geglückt sei, wonach der Schluß, daß wir dahin streben müßten, mit einem so vorgeschrittenen Kulturvolke in Verbindung zu treten, nur als berechtigtes Bedürfniß erscheinen konnte.

Die Gegner solcher Phantasien wiesen vergeblich auf das Gigantische solcher Werke hin, da manche dieser Kanäle dem vierten Theile eines Marsmeridian an Länge gleichkommen und eine Breite bis zu 200 km erreichen. Wäre aber eine dieser gradlinigen Wasserstraßen von intelligenten Wesen erbaut, so müßte man von allen das Gleiche annehmen. Aber auch die von Schiaparelli befürwortete Annahme, es möge sich um eine geologische Bildung, um ein System sich kreuzender Sprünge und Klüfte des Mars handeln, wie man es künstlich erzeugen kann, wenn man einen hohlen Gummiball mit einem Gypsüberzuge versieht und dann langsam erwärmt oder in einen luftverdünnten Raum bringt, Sprünge, die nachher von selbst oder mit geringerer Nachhülfe in Wasserläufe verwandelt sein könnten, befriedigt nur mäßig, und wenn nicht die Thatsache vorhanden wäre, daß die Eiskappen der Pole sich in schnellem Wechsel verkleinern und vergrößern,

würde man der Kanalmeinung weniger Gewicht beimessen dürfen. Aber diese weißen Polflecken sind seit mehr als 200 Jahren regelmäßig gesehen worden, und haben oft eine bedeutende Ausdehnung, obwohl man sie in ihrer vollen Ausbildung nicht mehr sehen kann, weil dann der betreffende Pol in die Winternacht getaucht und nicht sichtbar ist. Die Polaransichten auf beifolgender Tafel aus der Oppositions-Periode von 1879 zeigen den weißen Fleck des Südpolgebietes bis auf einen sehr kleinen Bezirk zusammengeschmolzen, während der Nordpol bis zum 70. Grad unsichtbar war, obwohl zum Theil weit über diese Zone hinausgehende Ausläufer annehmen ließen, daß ein großer Theil des als unerforschbare Region weißgelassenen Nordpolar-Gebiets seine weiße Decke noch mehrere Monate nach Mitwinter besaß. Dann in der Frühjahrs- und Sommer-Periode des betreffenden Pols, bildet sich eine immer anwachsende dunkle Umrahmung des gleichzeitig kleiner werdenden weißen Polarflecks, die als Meer oder Ueberschwemmungsgebiet zu deuten naheliegt. Der Südpol ist stets von einem solchen Meere, dem fast ein Drittheil der Marsoberfläche einnehmenden, mit vielen ovalen Inseln durchsetzten Südmeer (mare australe) umgeben, und im Jahre 1894 verschwand sein weißer Fleck, was früher noch nie beobachtet worden war, gänzlich.

Gegen die Deutung der dunklen Flecke als Meere haben Philipps und Taylor seit längerer Zeit geltend gemacht, daß man in denselben, wenn sie wirklich Wasser enthielten, von Zeit zu Zeit Sonnenbilder aufblitzen sehen müßte, und Lowell, einer der nächst Schiaparelli emsigsten Marsbeobachter unserer Tage, will nach den Wahrnehmungen der letzten günstigen Beobachtungszeit (1894), die langen grünlichen Streifen, deren kürzester 600 bis 700 km, die längsten dagegen über 5000 und 9000 km lang sind, nur noch als Vegetationsstreifen ansehen, die im Sommer aufleben, wenn sich die in ihnen unsichtbar verlaufenden Kanäle und Gräben mit Wasser füllen. Damit wäre die Schwierigkeit in Betreff der ungeheuren Breite dieser „Kanäle" gehoben, aber ein neues Räthsel erhob sich, als Schiaparelli die von Zeit zu Zeit auftretende Verdoppelung der Kanäle beschrieb, die dann bald auch von zahlreichen andern mit guten Instrumenten versehenen Marsbeobachtern bestätigt wurde. Sie wurde seit 1879 namentlich im Marsfrühling und Marssommer auf der nördlichen Halbkugel beobachtet (vgl. die zweite Marskarte der Tafel). Der anfängliche Glaube, daß man es mit Parallelbauten der älteren Marskanäle zu thun habe, in dem Sinne der englischen Redensart: ein Fluß sei ein Verkehrsweg, neben dem man einen Kanal anlege, wich der Erkenntniß, daß die nächsten mit dem Fernrohr kaum zu trennenden Doppelkanäle immer noch 50 km, die entfernteren aber bis zu 600 km von einander entfernt seien, so daß eine andere Beziehung als eben der auffällige Parallellauf nicht zu erkennen sei, und daß eine Deutung auf zwei begrünte Ufer eines gradlinigen Wasserlaufes ebenfalls abzuweisen sei. Auf der Erde kommen

ähnliche Parallelbildungen höchstens in den parallelen Strandlinien der Kontinente vor; an eine Neuentstehung auf dem Mars ist um so weniger zu denken, da oft innerhalb weniger Stunden eine vorher nicht sichtbare Verdoppelung eintrat und das Rathsamste bleibt, an eine optische Ursache der Verdoppelung zu denken. Allerdings scheint eine Zurückführung auf ein Doppeltsehen der Linien durch das lange anstrengende Prüfen derselben, welches Antoniadi in London, der Direktor der Marsabtheilung der Britischen astronomischen Gesellschaft soeben (1898) als Erklärung heranzuziehen versucht, so vielen Beobachtern gegenüber kaum statthaft; viel mehr Wahrscheinlichkeit hatte der Erklärungsversuch Stanislaus Meuniers, der die Doppellinien als Schattenbilder der dunkeln Kanalstreifen in einer feinen Nebelschicht der Marsatmosphäre ansehen wollte und sie sogar auf einem durchsichtigen Musselingewebe wahrnehmen konnte, das er in kleiner Entfernung über eine auf glänzendem Metall mit schwarzer Farbe gezeichnete Marskarte ausspannte. Aber auch diese Erklärung ist abgelehnt worden. Einige radikale Gegner der Kanaltheorie, wie Campbell, sprechen der Marsatmosphäre, die höchstens ein Viertel der Höhe unserer Atmosphäre betragen könne, den von den früheren Forschern angenommenen Wasserreichthum, der sich spectroskopisch nicht nachweisen lasse, ab. Die leichten Trübungen über den sparsam vorhandenen Erhebungen des gelblichen Bodens deuten auf einen großen Mangel an Feuchtigkeit und die sogenannten Schnee- oder Eiskappen des Winterpols seien vielleicht nur Winterwolken, die ja auch bei uns sich in einer vorwiegenden Bedeckung der Winterpolarländer bethätigen. Vielleicht fehle dem Mars mit allen seinen Kanälen das Wasser ganz und die Polkappen bestünden aus Kohlensäureschnee! Man sieht, zu welchen Abenteuern eine solche romantische Astronomie führt, und könnte als Abwechselung ebenso die neueste Theorie von Joly in Dublin hinnehmen, der die Kanäle für Krustenbänder ansehen will, welche nahe vorbeistreichende Planetoiden und Monde aus dem jungen Planeten herausgehoben hätten. Nur so ließe sich die strenge Gradlinigkeit vieler Kanäle verstehen. Die beiden 1877 von Asaph Hall entdeckten, aber wie wir hörten, lange Zeit vorausgeahnten Marsmonde, von denen der innere es sehr eilig hat, um nicht in den Mars hineinzustürzen, sind zu klein, um große Veränderungen auf der Marsoberfläche hervorgebracht zu haben, denn sie haben nur knapp 10 km Durchmesser, ihre Oberfläche hat nur die Größe kleinster deutscher Bundesstaaten. Der innere Mond (Phobos) umkreist den Planeten in 7 Stunden 40 Minuten und überholt ihn also, da er zu einer Umdrehung 24,6 Stunden braucht, dreimal in einem Tage, wobei er zweimal im Westen auf- und im Osten untergeht, und der äußere Mond (Deimos), der seinen Umlauf mit einiger Verspätung in 30 Stunden vollendet, und stets mehrere Tage nach einander am Himmel sichtbar bleibt, durchläuft in einem Marstage sämmtliche Phasen vom ersten Viertel bis zum Neumond, um am nächsten Tage wieder von vorn anzufangen.

Fig. 3. Illustration of the Gaussian blur and the Laplacian of Gaussian (LoG) blur. The first row shows the Gaussian blur with $\sigma = 1, 2, 3$ and the second row shows the LoG blur with $\sigma = 1, 2, 3$.

Karten 1 und 2 der Marstafel an der Grenze beider Halbkugeln durchschnittenen Marsauges im Verlaufe weniger Jahre, wobei nicht nur der See (die dunkle Pupille) durch helle Brücken durchkreuzt, sondern auch die Kanäle der Umgebung mannigfach verändert erschienen. Wasserfluthen bieten sich uns immer noch als die verständlichsten Urheber solcher Veränderungen, wenn man sie nicht Beobachtungsfehlern zuschreiben kann, und es bleibt uns der Eindruck einer sumpfigen, see- und inselreichen Welt von geringer Beständigkeit der Umrisse, deren Bewohntsein von intelligenten Wesen noch lange nicht über die letzten Zweifel erhoben werden konnte.

Einige Himmelskundige sind mit ihrem Bedürfnisse, fühlenden Mitsonnenbrüdern und Schwestern wenigstens im Geiste die Hand reichen zu können, bereits so weit herabgestiegen, daß sie mindestens auf einigen Jupitersmonden Stellen für geistige Colonisationsbestrebungen entdeckt und uns sogar mit Bildern erfreut haben, wie fürchterlich ihnen der Jupiterskoloß neben der stark verkleinerten Sonne erscheinen müßte. Diese Gemüthsergötzungen sind rein geistiger Natur, und in keiner Weise mit dem Auge verfolgbar; unser eigener Begleiter und nächster Nachbar auf der Jahresreise, der Mond, ist glücklicherweise von allen solchen Träumereien entlastet worden, nachdem man mit steigender Sicherheit die schon von den Alten aus der immerwährenden Klarheit seines Antlitzes geschlossene Thatsache erkannt, daß er keine oder nur eine höchst dünne atmosphärische Hülle und somit auch kein tropfbar flüssiges Wasser an seiner Oberfläche besitzt. Natürlich gilt das nur für den gegenwärtigen Zustand; in früheren Zeiten kann der Mond recht wohl eine dichtere Atmosphäre und auch fließendes Wasser an seiner Oberfläche besessen haben, und Pickering wollte unlängst auf der Arequipa-Sternwarte, die sich einer sehr durchsichtigen Atmosphäre erfreut, deutliche Spuren alter Flußbetten mit allen Kennzeichen der irdischen erkannt haben. Wie es sich aber auch damit verhalten möge, die Beobachtung zeigt unwidersprechlich, daß von einer ehemaligen Atmosphäre nur noch geringe Reste vorhanden sein können, und daß Luft und Wasser jetzt jedenfalls größtentheils von der Mondmasse aufgesaugt und an feste Bestandtheile gebunden sein müssen, ein Zustand der Starre, der uns die Zukunft andrer Monde und Planeten vor Augen stellt. In einer solchen luft- und wasserlosen Welt, in deren Gashülle vielleicht nur einige der jüngst entdeckten verbindungsunlustigen Gase: Argon, Helium, Krypton dem Stickstoff Gesellschaft leisten, Sauerstoff aber fehlt, kann selbstredend ein organisches Leben, wie wir es uns allein vorzustellen vermögen, nicht fortdauern, auch die Temperaturgegensätze des zweiwöchentlichen Tages und der ebenso langen Nacht des Mondes dürften so gewaltig sein, um jeden Gedanken an den Widerstand selbst niederster Lebensformen zu tilgen.

Mit diesem Mangel an Luft und Wasser, den beiden die Erdoberfläche beständig zernagenden und umwandelnden Stoffen unsrer flüssigen und luftförmigen Hülle, hängt aber die geringe Veränderlichkeit der Mondober-

Fig. 1.1 Lunar Orbiter photograph of the Moon's surface showing the craters Copernicus (93 km diameter) and Eratosthenes (58 km diameter). Note the numerous smaller craters and the rugged terrain. (Courtesy of NASA)

Fig. 1.2 Lunar Orbiter photograph of the Moon's surface showing the crater Tycho (85 km diameter). Note the numerous smaller craters and the rugged terrain. (Courtesy of NASA)

Fig. 1. — Ours blessé à la patte et cherchant à se défendre contre les chiens qui l'attaquent.

Fig. 2. — Ours blessé à la patte et cherchant à se défendre contre les chiens qui l'attaquent.

Fig. 3. — Ours blessé à la patte et cherchant à se défendre contre les chiens qui l'attaquent.

der kleineren Kraterberge in Verbindung gebracht wird. Ebenso stiegen über den durch das Einsinken des sich zusammenziehenden Mondinnern entstandenen Falten einzelne Bergketten empor, denen große Einsenkungen an andern Stellen, die sog. „Meere" entsprachen, kurz alles verlief so, wie man sich die Veränderungen der Erdoberfläche durch innere Kräfte in den ältesten Zeiten ausmalt, nur daß auf dem Monde alles so stehen blieb, wie es sich allmälig gebildet hatte, während auf der Erde Luft und Wasser, Wellen und Winde beständig geschäftig waren, die alten Züge des Erdantlitzes zu verwischen und es immerfort zu verjüngen.

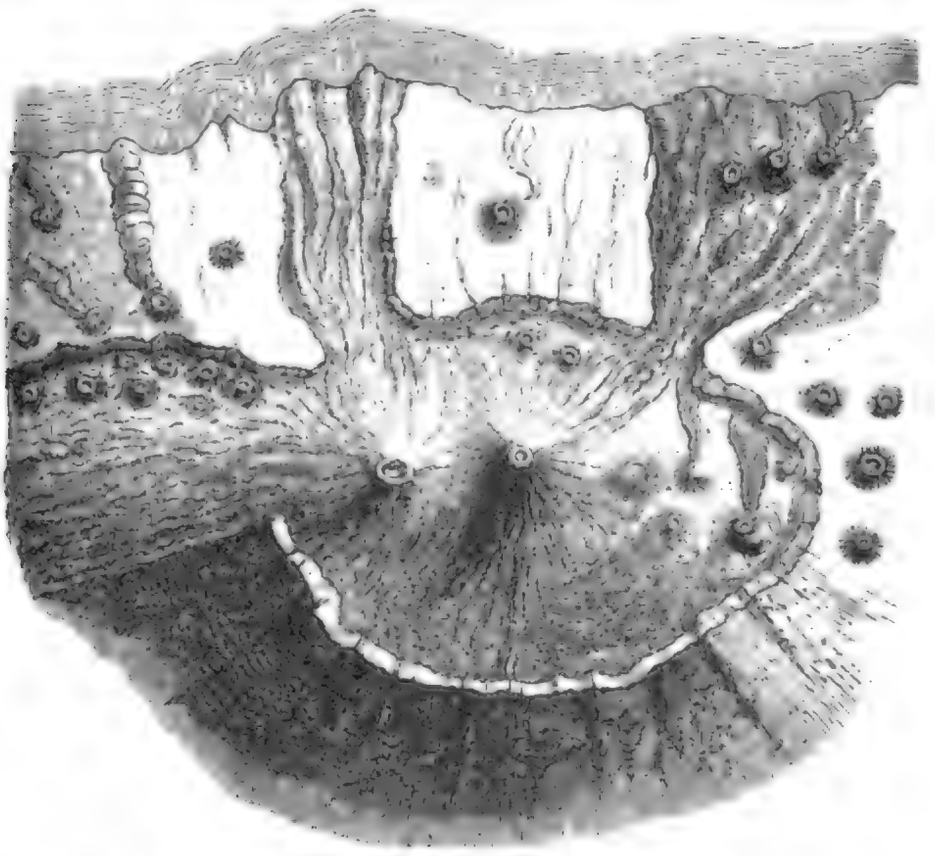


Fig 22.
Pic von Teneriffa und Chahorra aus der Vogelperspektive von Scrope.

Es ist nicht zu leugnen, daß die herrschende Partei der Mondvulkanisten den Augenschein durchaus für sich hat, wenn sie den Mond für einen mit zahllosen vulkanischen Kratern bedeckten Weltkörper ansieht, und den Umstand, daß die Erde nicht so zahlreiche Eruptionsstellen des Innern aufzuweisen hat, damit erklärt hält, daß eben der stärkere Atmosphärendruck der Erde diese Ausbrüche mehr zurückhielt. Betrachtet man eine irdische Vulkangegend, wie z. B. die Buchten von Bajae und Neapel (Figur 20) aus der Vogelperspektive, so erhält man ein gewissen Theilen der Mondoberfläche ziemlich ähnliches Bild, und auch viele Einzel-

Ng, A.K.-T. & Wan, S.K.-Y. (1996). Causal structural asymmetry and the direction of time perception of intervals. *Cognition*, 59, 41–79.

Nicholls, M.E.R. & Roberts, G.R. (2002). Can free-viewing perceptual asymmetries be explained by scanning, pre-motor or attentional biases? *Cortex*, 38, 113–136.

Nicholls, M.E.R., Bradshaw, J.L. & Mattingley, J.B. (1999). Free-viewing perceptual asymmetries for the judgement of brightness, numerosity and size. *Neuropsychologia*, 37, 307–314.

(1877) und in neuester Zeit Hermann Alsdorf (1897) haben experimentell gezeigt, daß durch den Aufprall einer festen Kugel auf eine teigige oder pulvrige Masse thatsächlich Oberflächenbildungen entstehen, die mit den sogenannten Mondkratern die größte Aehnlichkeit darbieten. Die erstgenannten Forscher arbeiteten mit teigigen Massen (Mörtel, Lehm u. dergl.), auf die sie metallene oder andere Kugeln fallen ließen, Alsdorf mit flach ausgebreiteten pulvrigen Stoffen (Mehl, Lycopodium, Gypspulver), auf die er einen elastischen Körper (Gummiball, Baumwollenknäuel) fallen ließ, um den Rückstoß zu erzeugen, der die Centralberge der Wälle aufwirft, was in Wirklichkeit durch den Zusammenprall erzeugte vergaste Massen bewirkt haben würden. Fig. 23 und 24 zeigen zwei solcher von Alsdorf künstlich erzeugter „Mondkrater" nach photographischen Aufnahmen, von denen Fig. 24 auch die radialen Strahlen so vieler Mondkrater aufweist. Die Gerechtigkeit erfordert übrigens, hervorzuheben, daß auch durch Gasentwicklung im Innern geschmolzener Massen, z. B. durch sogenanntes spratzendes Silber, welches beim Schmelzen Sauerstoff aufnimmt, mondkraterähnliche Bildungen künstlich erzeugt werden, die für die Richtigkeit der Vulkan-Theorie angerufen werden können. Der Zukunft muß es überlassen bleiben, zu entscheiden, welcher von den einander gegenüberstehenden Ansichten die größere Wahrscheinlichkeit innewohnt. Aber wenn wir schon über die Bildungsweise und geologische Beschaffenheit unseres nächsten, wie ein offenes Buch vor uns aufgethanen Nachbarn im Weltraume so wenig Sicheres zu ermitteln vermögen, wie viel weniger dürfen wir hoffen, über die uns in so viel größerer Ferne liegenden Marsfragen zur Klarheit zu gelangen! Die zahlreichen, in den letzten Jahren erfolgten Entdeckungen neuer Elemente, des Argon, Metargon, Helium, Neon, Krypton u. s. w. müssen uns überhaupt daran gemahnen, daß wir bisher ebenso wenig alle bei Weltbildungsvorgängen ins Spiel kommenden Stoffe, wie deren Verhalten bei hohen Hitzegraden kannten. Mehrere dieser Elemente wurden vorher spektralanalytisch in den Gestirnen erkannt, dann erst in der irdischen Atmosphäre, in Mineralien, Quellengasen, in vulkanischen Ausströmungen nachgewiesen, wie z. B. das Helium, welches in der Sonne und in Fixsternen (vgl. S. 35) vorkommt, das Coronium, welches in der Sonnen-Corona entdeckt wurde, das Metargon, dessen Linien man in der Sonnen-Atmosphäre und im Lichte verschiedener Kometen erkannt haben will, aber bisher von Kohlenstoff-Verbindungen herleitete. Noch manchen Überraschungen der Astro-Physik und Chemie dürfen wir mit Bestimmtheit entgegensehen.

II.

Aus dem Tagebuche der Erde.

Oftmals hat ſich gewandt auf Erden der Gegenden Schickſal,
Ich ſah ſelber als Meer, was feſter und trockener Boden
Vormals war; ich ſah aus Wogen gewordene Länder,
Fernab lagen vom Meer in die See einheimiſche Muſcheln.
Ovid, Metamorphoſen XV. 261—264.

Ueber die Erdbildung ſind, wie ſeit jeher, auch in der neueren Zeit die verſchiedenartigſten Anſichten ausgeſprochen worden. Es hat nicht an Kosmologen gefehlt, die daran zweifeln, daß die Erde jemals durch einen feuerflüſſigen Zuſtand hindurch gegangen ſei, wie denn Nordenſkjöld ſie am liebſten für ein Ballungserzeugniß des im weiten Raume zerſtreuten Meteorſtaubes anſehen möchte, während Andre meinen, ſie ſei in feſter Geſtalt aus einem heißen dampfförmigen Urzuſtand herauskryſtalliſirt. Aber wenn man gerecht ſein will, muß man eingeſtehen, daß alle dieſe Hypotheſen ſehr viel weniger Wahrſcheinlichkeit beſitzen, als die bisher auch in dieſen Blättern feſtgehaltene, die noch mit allen bis jetzt bekannten Thatſachen in Einklang gebracht werden konnte. Nach dieſer an die Nebularhypotheſe ſich anſchließenden Theorie hat die Erde zur Zeit ihrer Lostrennung von der Sonne ebenfalls die Geſtalt einer Dampflinſe von ungeheurer Ausdehnung beſeſſen, denn noch als ſich der Mond loslöſte, muß ihr Durchmeſſer ca. 104000 Meilen, ihre Umdrehungsgeſchwindigkeit aber faſt nur den dreißigſten Theil der heutigen betragen haben, wie eben dieſer Trabant beweiſt, der die damalige Geſchwindigkeit der Erdumdrehung bewahrt hat. Die frühere Erdgeſchwindigkeit vermehrte ſich aber mit der bei den kleineren Planeten natürlich ſchneller als beim Jupiter, Saturn u. ſ. w. fortſchreitenden Abkühlung und Zuſammenziehung. Auch die Erde wird für ihre nähern Nachbarn vielleicht nacheinander das Ausſehen eines kleinen bläulichen, dann gelben und endlich röthlichen Sternes dargeboten haben, ehe ſie aufhörte, mit eigenem Lichte zu leuchten. Ja wahrſcheinlich erſcheint ſie noch jetzt etwaigen äußern Beobachtern zuweilen als röthlicher Stern, wie der in den meiſten Beziehungen ihr ähnliche Mars beſtändig, aber nunmehr nur, weil das von beiden zurückgeworfene Sonnenlicht, bei dem zweimaligen Durchgange durch ihre Atmoſphären, falls ſie nicht mit Wolken

oder Nebel belastet sind, die blauen Strahlen einbüßt, die ihre Himmelswölbung färben.

Unter dem Druck einer schweren Atmosphäre würden sich erst die dichtesten Stoffe der Planeten um den Mittelpunkt der Nebelkugel zu einer Flüssigkeit gesammelt haben, dann mußten nach und nach durch ihren unausgesetzten Wärmeverlust gegen den eisig kalten Weltraum auch die minder schweren folgen, so daß allmälig ein glühender Weltentropfen von stufenweise gegen den Mittelpunkt zunehmender Dichtigkeit entstanden wäre. Es ist dies die wahrscheinlichste Annahme, zumal wir ja dem Erdkern eine viel größere Dichte zuschreiben müssen, als der Schale, da die mittlere Dichte der Erde viel größer (ca. 5,525) gefunden wird, als die des Wasser-, Fels- und Erdmantels, deren Dichtigkeit kaum halb so groß ausfällt, weshalb an einen metallenen (vorwiegend eisernen) Kern der Erde gedacht wird. Wenn wir der Annahme des feuerflüssigen Ursprungs getreu bleiben, für den auch die gleichmäßige Zunahme der Erdwärme nach der Tiefe spricht, so müssen wir uns denken, daß dann zunächst die ersten schollenartigen Anfänge einer festen Kruste auf der flüssigen Gluthoberfläche erschienen, die sich, anfangs frei umherschwimmend, allmälig mit einander vereinigten, und so einen immerfort an Stärke zunehmenden Panzer bildeten, der wohl ab und an durch Spalten oder gewaltsame Eröffnungen ein Austreten der flüssigen Masse gestattete, aber nur, um sich durch Auflagerung derselben zu verstärken.

Welcher Zeitraum verflossen sein mag, von dem Tage, an welchem die Sonne dieses Fleisch von ihrem Fleisch in die kalte Welt hinausgeworfen, von jenem ersten, über einen Monat langen Erdentage bis zu dem, wo ihre Gluthstrahlen zum ersten Male einen harten, festumgürtenden Panzer trafen, dürfte schwerlich je einer Berechnung zugänglich werden; es hat mindestens, wie wir zu sagen pflegen, eine halbe Ewigkeit gedauert. Dagegen hat man das Alter der mit fester Hülle versehenen Mutter Erde allen Ernstes zu bestimmen gesucht und dabei Annäherungswerthe erhalten, die bei einer so naheliegenden Frage mit allem Vorbehalt mitgetheilt werden mögen. Ueber die Zeit, in welcher die Erdveste ihren Namen zu verdienen begann, ist nämlich ein freilich etwas später ausgefüllter Taufschein in ihrer Abplattung übrig geblieben. Die Erde ist bekanntlich um fast $^1/_{300}$ ihrer Drehungsachse an den Polen abgeplattet; die Stärke der Abplattung einer rotirenden Kugel aus weicher Masse richtet sich aber nach der Schnelligkeit ihrer Umdrehung, und wird sich mit derselben so lange verändern, bis das Entstehen eines harten Schalengerüstes ein weiteres Nachgeben verhindert. Man kann also diese Abplattungsgröße mit einiger Wahrscheinlichkeit als ein versteinertes Merkmal der Umdrehungsdauer zur Zeit ihres äußerlichen Erstarrens betrachten. Denn daß die obige Größe keinenfalls der heutigen Dauer eines Erdentages entspricht, vielmehr bei der Annahme, daß die Dichtigkeit der Erde gegen ihren Mittelpunkt erheblich zunehmen muß, fast

doppelt ſo groß iſt, als ſie dieſen Vorausſetzungen gemäß ſein müßte, fand bereits der berühmte Phyſiker und Mathematiker Huygens. Es ſcheint daraus zu folgen, daß die Umdrehung ehemals viel ſchneller geweſen ſein müſſe, und daß im äußerſten Falle die Tage, in denen ſich jene Abplattungsgröße feſtſtellte, nur etwas über ſiebenzehn Stunden lang geweſen ſein können.

Nun glaubte zwar Laplace gefunden zu haben, daß ſich die Tageslänge, ſeit Hipparch ſeine aſtronomiſchen Beobachtungen aufgezeichnet hat, nicht um den hundertſten Theil einer Sekunde verlängert haben könne, allein neuere Aſtronomen, Hanſen, Adams und Delaunay wieſen mit überzeugender Sicherheit nach, daß ſich allerdings innerhalb der jüngſt verfloſſenen zwei Jahrtauſende, ſeitdem man genauere aſtronomiſche Beobachtungen angeſtellt hat, die Tagesdauer um den 85. Theil einer Sekunde verlängert haben müſſe. Der Königsberger Weltweiſe hatte bereits vor 144 Jahren, obwohl damals noch keine aſtronomiſchen Beobachtungen zu einer ſolchen Annahme Veranlaſſung gaben, eine Urſache ausfindig gemacht, die eine beſtändige, wenn auch geringe, Verlangſamung der Erdumdrehung zur Folge haben mußte, nämlich das der Erdbewegung entgegengeſetzte Fortſchreiten der Fluthwelle, welche die Mond-Anziehung hervorruft. Nehmen wir an, daß dieſe auch von neuern Forſchern anerkannte Widerſtandskraft gleichmäßig dahin gewirkt habe, in jedem Jahrtauſend den Tag um $^1/_{170}$ Sekunde zu verlängern, ſo würde der Zeitpunkt, in welchem ſich das heute meßbare Abplattungsverhältniß verewigte, höchſtens um vier Milliarden Jahre rückwärts zu datiren ſein. J. Klein, der dieſe Rechnung zuerſt angeſtellt hat, will nur die Hälfte dieſer Zeit als Alter der feſten Erdkruſte annehmen, aber ich glaube, er hat dabei die beſchleunigende Wirkung der ferneren Zuſammenziehung außer Acht gelaſſen, die dieſen Zeitraum noch erweitern würde. Es müßte alſo, wie bei der Sonne, anfangs eine Beſchleunigung und nachher eine Verlangſamung der Achſenbewegung eingetreten ſein, wenn obige Vorausſetzungen richtig ſind. Auf einige Millionen Jahre kommt es bei dieſen Rechnungen nicht an, es iſt aber von größtem Werthe, zu ſehen, daß außer den geologiſchen auch phyſikaliſche Gründe zu der Annahme eines ungemein hohen Alters der Erdveſte führen.

Die Vorſtellungen, welche wir uns von der urſprünglichen Erdkruſte machen können, ſind um ſo unbeſtimmter, als davon ſchwerlich nachweisbare Spuren auf unſere Zeit gekommen ſein dürften. Aus allgemeinen Gründen läßt ſich annehmen, daß ſie vorzugsweiſe aus den Verbindungen der Erd- und Leichtmetalle mit Kieſelſäure beſtanden haben müſſe, da die überwiegende Menge der ſchwereren Metalle nicht an der Oberfläche der feuerflüſſigen Kugel geſucht werden dürfte. Auf die kaum gebildete Kruſte ſchlugen ſich dann zunächſt wohl aus der dampfreichen Atmoſphäre die flüchtigen Chlorverbindungen, das Chlornatrium oder Kochſalz, Chlorcalcium, Chloreiſen u. ſ. w., nieder, und in dieſer oberſten Salzſchicht haben wir wahrſcheinlich

die Lösung der Frage zu suchen, mit der sich noch das späte Volksmärchen deutend beschäftigte, „warum das Meer salzig ist". Denn salzig scheinen die großen Wasser von Urbeginn gewesen zu sein; erst aus späteren Erd-Epochen bringen zweifellose Süßwasserthiere Kunde von dem Vorhandensein von Süßwasserseen und Flüssen in dem ausgelaugten Boden. Es fehlt im Uebrigen nicht an Naturforschern, die umgekehrt eine allmälige Versalzung der großen Wasserbecken durch Auslaugung der chlorhaltigen Mineralien für wahrscheinlicher halten und sogar die Jahrtausende berechnen, die dazu nöthig gewesen; allein schon in sehr alten Schichten findet man Salzlager als Ueberreste damaliger Salzmeere. Die Scheidung des Festen von dem Flüssigen, welche damals zum ersten Male stattfand, nachdem vorher nur ein allmäliger Uebergang vom tropfbar zum gasförmig flüssigen Zustand vorhanden gewesen, bildet den eigentlichen Inhalt der Kosmogonieen philosophisch geschulter Geister der alten Welt. Lucrez und Ovid schildern uns, wie sich aus dem Chaos die vier Elemente ihrer Schwere nach sonderten, die Erde zu unterst, vom Wasser umflossen, darüber die Luft und hoch oben der Feuerhimmel. Die Gestirne und der ganze sogenannte Feuerhimmel mußten natürlich, so lange die Erde als Mittelpunkt des Weltalls gedacht wurde, mit ihr aus gleichem Schooße hervorgehen, daher dieses Aufsteigen des Feuers, dessen Vorbild die Philosophen und Dichter in dem Emporstreben der Flamme sahen. Wir glauben aber vielmehr schließen zu müssen, daß sich das nach Auffassung der Alten vierte Element langsam, aber ununterbrochen tiefer in den Busen der Erde zurückgezogen hat, aus welchem es sein Dasein noch heute, theils durch die ca. 1° C auf je 40 m zunehmende Wärme des Erdinnern und seine Heiß-Wasserquellen, theils auch unmittelbar durch feuerflüssige Boten vermeldet. Den Zeitraum zwischen der Krustenbildung und dem Niederschlag der Wasser dürfen wir uns nicht als ungeheuer ausgedehnt vorstellen; wir sehen in Folge ihrer geringen Wärmeleitungsfähigkeit frisch geflossene Lava, die in Tiefe einiger Zolle noch heftig glüht, sich im Winter auf Island bald mit liegenbleibendem Schnee bedecken, und ebenso können wir uns die mit einer spärlichen Rinde bedeckte Erde bereits von einem warmen Meere, welches zu ihrer ferneren Abkühlung und Verstärkung beitrug, umflossen denken. Gewiß erwuchsen daraus häufige Gelegenheiten zu den heftigsten Kämpfen zwischen Feuer und Wasser, die als Zeugen manche bizarre Felsaufthürmungen auf der Wahlstatt zurückgelassen haben mögen, und immer von Neuem mag der Mond als schlimmer Nachbar, indem er zuerst in dem Feuermeer, dann in dem Wassermeer der Erde gewaltige Fluthen anregte, bedeutende Umwälzungen und Neubildungen veranlaßt haben. Wir dürfen in dem berechtigten Bestreben, alle Erscheinungen der Erdentwicklung durch die jetzt wirkenden ähnlichen Kräfte zu erklären, natürlich nicht so weit gehen, auch die damals vorhandenen kosmischen Verhältnisse zur Grundlage von Betrachtungen und Rechnungen machen zu wollen. Aber einige

allgemeine Wahrnehmungen und Schlüsse drängen sich so bestimmt hervor, daß wir ihnen weder aus dem Wege gehen können noch wollen, zumal sie sonst nicht leicht Verständliches der Lösung näher zu bringen scheinen. Es kann kaum zweifelhaft sein, daß sich ehemals der Mond näher an der Erde und die Erde näher an der Sonne befunden haben, und daß aus diesen Konstellationen gewaltige Rückwirkungen auf die Oberflächenverhältnisse der betreffenden Weltkörper erfolgen mußten, welche das Tempo der damaligen geologischen Veränderungen gewaltig beschleunigt haben. Aus den gegenseitigen „Frictionen", die sich die Weltkörper bereiteten, entstanden Verlangsamungen der Achsendrehung, da die starken Fluthwellen die halbflüssigen Weltkörper bis in's Innerste aufwühlen mußten. Erregte aber der nähere Mond einst viel größere Fluthwellen als jetzt in und auf der Erde, so diese noch unvergleichlich gewaltigere auf ihm selbst, die seine Erkaltung bis in's Herz hinein beschleunigen mußten. Denn dieser, der jetzt einen starren Klumpen ohne Luft und Wasser darstellt, war einst ebenfalls in der Lage, Fluthwellen zu bilden. Helmholtz hat gezeigt, daß die Einwirkung der von der Erde auf dem Monde erzeugten Fluthwellen die Achsendrehung desselben in verhältnißmäßig kurzer Zeit aufzehren mußten, um ihn dann mit seiner erstarrten Lavahochfluth dahin zu bannen, daß er uns seitdem stets dieselbe Seite seiner Kugel zukehrt.

Aber nicht weniger dauernd waren seine Gegenleistungen auf der Erdoberfläche, und wir müssen uns denken, daß er, wie die englischen Naturforscher G. Darwin und R. Ball nachgewiesen haben, hier ehemals eine viel gewaltigere Ebbe und Fluth erzeugte, wozu Springfluthen von heute ungeahnter Größe traten, zumal die Passatstürme in Folge der schnelleren Erdumdrehung damals heftiger wütheten als heute. Wir müssen uns denken, daß unter diesen stärkeren kosmischen und meteorischen Einflüssen die Bildung neuerer Schichten aus den durch Luft und Wasser zernagten älteren Gesteinsmassen in viel schnellerem Schritte als später vor sich gegangen sein muß, und können uns so die Mächtigkeit der ältesten vom Wasser gebildeten Schichten des Erdballs leichter erklären. Noch in verhältnißmäßig späterer Zeit, in der Steinkohlenperiode, scheinen, wie wir sehen werden, starke Hochfluthen innerhalb kurzer Zwischenräume an der Tagesordnung gewesen zu sein. Andererseits muß die unter einer dünnen Decke eingeschlossene Gluth des Erdinnern in den ersten Zeiten häufiger als später sich in Ausbrüchen geltend gemacht haben. Freilich war mit dem Niederschlag der Wasser die Möglichkeit schnellerer Ausstrahlung der übermäßigen Gluth des Erdinnern gegen den eiskalten Weltraum gegeben, denn eine ursprüngliche dichtere Wasserdampfhülle muß die Erde lange wie ein warmer Pelz vor schnellerem Wärmeverlust geschützt haben. Auch gelang es wohl damals zuerst den Strahlen der Sonne und Gestirne, zeitweise wenigstens, die Atmosphäre zu durchdringen, und den Kampf der Elemente zu beleuchten.

Dieser Kampf, aus dem in unendlichen Zeiträumen das gegenwärtig Bestehende hervorgegangen ist, hat zu allen Zeiten Senkungen und Erhebungen hervorgebracht, denn man muß sich das flüssige Erdinnere durch langsames Erkalten allmälig von der ursprünglichen Decke zurückweichend und diese entsprechend nachsinkend denken. Wenn die Wassermenge, deren Mächtigkeit anfangs größer war, als jetzt, wo ein großer Theil von der erstarrten und verwitterten Erdkruste aufgesaugt ist, nicht ehemals das gesammte Erdenrund gleichmäßig bedeckt hat, so erhielt es durch solche Senkungen Veranlassung, abwechselnd den einen und andern Oberflächentheil zu bedecken und so überall ihre ebnende, den früheren Zustand verwischende Thätigkeit auszuüben. Das ewige Meer ist nicht nur, wie wir sehen werden, die Mutter alles Lebens, sondern es ist auch das weltgestaltende Element, und wenn die Plutonisten Recht hatten, den feurigen Ursprung aller Dinge zu verkünden, so waren die Neptunisten nicht weniger im Recht, die Erdoberfläche, wie sie uns heute entgegen tritt, vorwiegend als das Werk des Wassers zu betrachten. Mit nie ruhender Auflösungs- und Zerstörungslust hat es die Produkte der ersten Erstarrung, die Zeugen seiner eigenen gigantischen Kämpfe mit dem Feuer zernagt und zerfressen, die härteren Bestandtheile von den weicheren geschieden, neues Mauerwerk daraus gebildet, und später oftmals, wie Penelope, die Werke seines Schaffens von Neuem zerstört. So haben also auch diejenigen Kosmogonieen Anspruch auf unsere Achtung, welche die Welt aus dem Wasser auftauchen lassen, denn sie können sich auf mannigfache thatsächliche Vorkommnisse stützen.

Die Geologen sind gegenwärtig durch eine, vielleicht ihr Ziel überspringende, allzuemsige Kritik dahin gekommen, daß sie, abgesehen von den jüngern, verfolgbar aus dem Erdinnern emporgedrungenen (eruptiven) Gesteinen, kaum mehr wagen, von noch vorhandenen, feurig entstandenen Urgesteinen zu reden, daß sie sogar manche Granitarten mit zweifelnden Blicken betrachten, obwohl diese doch durch die Ausscheidung größerer krystallinischer Gemengtheile auf einen langsameren Erkaltungsprozeß hindeuten. Wenn aber auch nicht von den allerältesten, so werden doch von den etwas jüngeren Erdfundamenten Spuren geblieben sein, welche durch die darauf abgelagerten Absätze selber vor weiterer Zerstörung geschützt wurden. Ausgehend von der einfachen Vorstellung, daß naturgemäß alle Wasserabsätze geschichtet sein müssen, und der Granit das einzige Hauptgestein des sogenannten Urgebirges ist, welches diese wesentliche Charakter-Eigenthümlichkeit nicht in einer irgend wie ausgeprägten Weise zeigt, auch zuweilen zweifellos als aus dem Erdinnern emporgedrungen (eruptiv) sich kenntlich macht, wagen wir das erste beste Stück Granit als eine ehrwürdige Reliquie der frühesten Urwelt zu betrachten, und haben dazu gewiß ein begründeteres Recht, als die Pastoren der letzten Jahrhunderte, wenn sie die Muscheln und Versteinerungen der Gebirge als Reliquien und sichere Zeugen der Noah'schen Fluth begrüßten.

Ausstellung in München 1892 (Glaspalast) Nr. 1. Lebensgroß. Besitzer: Prinz Ludwig von Bayern. Photographie: Hanfstängl.

Ancient Corinth. Excavations were carried on at Corinth by the American School of Classical Studies at Athens during the spring of 1908. The work was under the direction of Professor Richardson, assisted by Professor Stevens and Mr. Hill. The excavations were confined to the area between the Temple of Apollo and the Fountain of Peirene. Here the Roman pavement was found to be in a good state of preservation, and the work of clearing it was completed. Many inscriptions were found, and a number of Roman buildings were uncovered. Among the latter was a large building with a semicircular apse, which was probably a basilica. Its walls were decorated with marble revetment, and the floor was paved with marble slabs. Another building was found to the south of the Fountain of Peirene. It was a large rectangular structure, with a row of columns on the north side. Its walls were decorated with marble revetment, and the floor was paved with marble slabs. A number of inscriptions were found in this building, and it is probable that it was a public building of some kind.

The Odeum at Corinth. Excavations were also carried on at the Odeum at Corinth by the American School of Classical Studies at Athens during the spring of 1908. The work was under the direction of Professor Richardson, assisted by Professor Stevens and Mr. Hill. The excavations were confined to the area between the Temple of Apollo and the Fountain of Peirene. Here the Roman pavement was found to be in a good state of preservation, and the work of clearing it was completed. Many inscriptions were found, and a number of Roman buildings were uncovered. Among the latter was a large building with a semicircular apse, which was probably a basilica. Its walls were decorated with marble revetment, and the floor was paved with marble slabs. Another building was found to the south of the Fountain of Peirene. It was a large rectangular structure, with a row of columns on the north side. Its walls were decorated with marble revetment, and the floor was paved with marble slabs. A number of inscriptions were found in this building, and it is probable that it was a public building of some kind.

der Urtext wiederherstellen. Absichtliche Fälschungen, denen wir so häufig in den alten Handschriften begegnen, sind hier nicht zu fürchten; der Leser selbst muß sich die Irrthümer zuschreiben, die er in der Deutung der einzelnen Züge begeht. Und in der That, dieses Tagebuch der Natur hat seine Skaliger und Casaubone gefunden, welche die Kapitel- und Blätterfolgen wiederherstellten, aus einzelnen zurückgebliebenen Buchstaben Worte, aus abgerissenen Worten Sätze machten, welche viele Lücken, wenn auch bei Weitem nicht alle, zu ergänzen wußten. Dieses Memoiren-Werk der Erdrinde ist ein illustrirtes Buch mit unzähligen sogenannten Naturselbstdrucken und zwischen seinen Blättern, wie in einem Herbarium vivum gesammelten und gepreßten Exemplaren der Bewohner, die großentheils ausgestorben sind. Ihr Auftreten ist es, was uns vornehmlich beschäftigen wird, denn erst mit ihnen hat die Erdgeschichte einen Inhalt erhalten, den wir mitfühlen können, die Geschichte der Freuden und Leiden des Kampfes um's Dasein, der, in unendlichen Wiederholungen durchgeführt, dem Buche, nach unserer Auffassung der Natur, zuletzt auch Leser gegeben hat, die sich in sein Studium vertiefen können.

Die ersten Actenstöße dieser Memoiren sind aus natürlichen Gründen am schwersten zu entziffern. Hier ist die verwischende, bräunende und undeutlich machende Gewalt des Alters am spürsamsten. Der Gneiß, die allverbreitete Unterlage, auf welcher alle übrigen Absatz-Schichten ruhen, war wohl das erste Werk des Wassers auf der Erde. Wir müssen uns das Urmeer mit ungewöhnlichen auflösenden Kräften begabt denken; reich an Kohlensäure und warm, zernagte es tief hinein die feste Erdrinde, unterwühlte die felsigen Ufer und verwandelte so einen mächtigen Theil der glücklicherweise nach innen nachwachsenden Rinde durch Herauslösung der alkalischen und kalkigen Bindemittel in Schutt, um die alte Hülle in eine neue umzugestalten, die sich nur durch das Lagerungsverhältniß der Theile und ihre schichtenförmige Bildung unterscheidet. Man bemerkt in dem Gefüge des Gneißes die kleinen Glimmer-, Quarz- und Feldspaththeile, die in der Granitmasse krystallinisch sich ausgeschieden hatten, in ähnlichen Gemengverhältnissen wieder; denn das Wasser konnte seine neuen Schichten nur auf Kosten der älteren aufführen, wie die Nachkommen classischer Völker die edlen Bausteine der Amphitheater und Tempel nahmen, um ihre elenden Hütten daraus zu bauen. Glücklicherweise waren die älteren Schichten durch beständigen Nachwuchs so mächtig angelegt, daß die Nachwelt von ihnen zehren konnte, und dem Urgneiß, dessen Schichten da und dort die Dicke von dreißigtausend Fuß gewonnen haben, kommt keine spätere Wasserbildung an Mächtigkeit gleich. Welche Zeiten dazu gehört haben müssen, diese Mauern, auf denen dann Glimmer- und Thonschiefer von zusammen zwanzigtausend Fuß Schichtenstärke folgten, zu bilden, entzieht sich aller Berechnung; wir können wohl die Reihenfolge der einzelnen Schichten bestimmen, aber nicht die Jahrtausende schätzen, in denen das Wasser an

Fig. 57. Plan of the Church of S. Apollinare in Classe, Ravenna. (From Dehio and von Bezold, *Die kirchliche Baukunst des Abendlandes*, Stuttgart, 1887–1901.)

Fig. 58. Interior of the Church of S. Apollinare in Classe, Ravenna. (From Dehio and von Bezold, *Die kirchliche Baukunst des Abendlandes*, Stuttgart, 1887–1901.)

werdende Einschlüsse von Fossilien noch deutlicher als Wasserbildungen kenntlich machen. Zweierlei Wasserbildungen müssen wir hierbei früh auseinanderhalten, die eigentlichen Absatz- oder Sediment-Bildungen, welche aus den Trümmern der von Luft und Wasser zernagten älteren Gesteine zusammengeschlemmt werden, also rein mechanische Aufschüttungen, und andere, deren mineralische Bestandtheile aus dem vorher im Wasser aufgelösten Zustande durch die Lebensthätigkeit von Pflanzen und Thieren abgeschieden wurden. Während die ersteren aus Trümmern aller Art gebildet sein können, also die verschiedenartigste Zusammensetzung zeigen müssen, handelt es sich bei den letzteren wesentlich um Kohlenlager, Kalkfelsen oder Kieselguhrschichten. Die Schiefer- und Sandsteinschichten werden vorzugsweise in den Buchten der salzigen und süßen Meere gebildet worden sein, da wo Flüsse in sie mündeten und erdige Reste mit sich führten, oder wo die bewegte Welle selbst an den Ufern nagte, nicht aber in der Tiefe, und auf der hohen See, wo im Allgemeinen, von langsam bewegten Meeresströmungen abgesehen, Ruhe herrscht. Es äußert sich darin eine Tendenz, vom Ufer her die Wasserbecken einzuengen, wie z. B. der Rhein dahin arbeitet, den Bodensee von seiner Eintrittsmündung her mit Gebirgsschlamm aufzufüllen, worauf er ihn in geklärter Beschaffenheit verläßt. Handelt es sich dabei um eine langsam sinkende Küste, so wird die Auffüllung der Seebucht dem Fluß aufwärts folgend stattfinden, gehört das Ufer jedoch zu den langsam steigenden, so wird ein Delta entstehen; der Schuttkegel des Flusses wird fortwährend als Neuland emporsteigen, und den Wasserlauf nöthigen, sich in Arme zu theilen, die dann ihren Schlamm zwar auf eine weitere Fläche vertheilen, aber ihn immer weiter hinaus in das alte Becken des Meeres tragen.

Diese Absatzschichten nun werden nach dem Charakter der in der Umgebung verwitternden Gesteine sehr verschieden gefärbt und zusammengesetzt ausfallen, an und für sich aber keine besondere Eigenart aufweisen, da ähnliche Gesteine zu allen Zeiten verwitterten und dadurch zu allen Zeiten Sandschichten, Thonlager u. s. w. entstehen konnten, die langsam zu Sandstein-, Schiefer- und anderen Felsen erhärteten. Abgesehen von den Veränderungen, denen einzelne von ihnen in späterer Zeit unterlagen, wird sich ihre Stellung in der Erdgeschichte wesentlich aus der Schichtungsfolge ergeben, da sie ursprünglich vollkommen wagerecht übereinander abgelagert wurden. Hierbei würde indessen eine große Schwierigkeit für die Altersschätzung dadurch entstehen, daß an keinem Punkte der Erde ununterbrochen neue Absätze stattgefunden haben, auch der Natur der Sache nach, nicht stattfinden konnten, der Absatzboden müßte sonst ununterbrochen tiefer gesunken sein.

Wir müssen uns also einen mannigfachen Wechsel der Einwirkungen des Wassers auf eine und dieselbe Gegend vorstellen. Die großen Meeresbecken der Erde scheinen zwar nach den Ansichten neuerer Geologen, wie Dana, Geikie u. A., eine bemerkenswerthe Lagebeständigkeit bewahrt zu

haben, aber kleinere Becken, die oft nur als seichtere Buchten und Arme der großen zu betrachten sind, unterlagen einem häufigeren Wechsel. Die meisten Bildungen sind Uferbildungen, denn die Tiefsee löst ihre Absätze, die sehr spärlich erfolgen, zum Theil selbst wieder auf. Oft unterbrach das Meer, nach neugebildeten Senkungen von weiter Ausdehnung hingezogen, seine zerstörende und aufbauende Wirkung an einem Orte für lange Zeit und kehrte dann vielleicht nach Jahrtausenden zu der verlassenen Arbeit zurück, wo inzwischen Wind und Wetter zerstörend oder vielleicht auch, indem sie Sand- oder Thonstaub anhäuften, aufbauend gewirkt hatten, und arbeitete auf dem alten Baugrunde, der sich inzwischen gesenkt hatte, weiter, so jedoch, daß dem kundigen Auge des Geognosten die Unterbrechung und verschiedene Bauzeit ebenso erkennbar wird, wie dem Architekten die Arbeit verschiedener Jahrhunderte an demselben Dome. Solcher Wechsel des Wasserspiegels kann manchmal selbst in kürzeren Zeitabschnitten eingetreten sein, wie beispielsweise die Säulenreste des Serapistempels zu Pozzuoli bei Neapel besonders augenfällig beweisen, an denen die Bohrwürmer ihren Wasserstandsvermerk gemacht haben und dabei zeigen, daß die italienische Küste dort in geschichtlicher Zeit abwechselnd bedeutende Senkungen und Hebungen erfahren hat. Die Uebereinanderlagerung mehrerer Mosaikfußboden in dem Bezirke desselben Tempels beweist, daß die Senkung allmälig stattgefunden haben muß, wie wir ähnliche Vorgänge noch heute an den Küsten der nordischen Länder wahrnehmen, und so sind Gegenden erforscht worden, die unverkennbar ein Dutzend Mal Meer und ebenso oft Festland gewesen sind. Wir dürfen uns deshalb die Wasserbildungen nicht mit der Regelmäßigkeit von Zwiebelhäuten um den Erdkern gelagert denken. Aber niemals werden wir ältere Absatzbildungen auf jüngere gelagert finden können, obwohl die ältesten häufig auf den Gipfeln hoher Gebirge zu Tage treten, während unendlich jüngere den Thalboden bedecken. In Gegenden, welche seit uralten Zeiten nicht mehr vom Meere bedeckt worden sind, fehlen natürlich die jüngeren Meeresbildungen gänzlich, nicht aber die Gneiße und Urschiefer, zum Beweise, daß der landumgürtende Poseidon in der Urzeit über die gesammte Erde geherrscht hat.

Wie man aus alledem ersieht, würde es eine mißliche Sache sein, das Alter einer Absatzbildung aus ihrer Beschaffenheit allein beurtheilen zu wollen, aber glücklicherweise kommen uns für die richtige Einordnung die Reste organischer Wesen zu Hilfe, die von diesen Absatzbildungen eingeschlossen wurden. Entweder handelt es sich hierbei um Wesen, die in dem Absätze bildenden Wasser selbst gelebt haben, oder auch um solche, die in demselben ertrunken sind, oder durch Strömungen hinabgeschwemmt wurden, wie z. B. Baumblätter, Früchte und dergleichen. Besaßen diese Körper harte Theile, die nicht schnell verwesen, wie z. B. Knochen, Zähne, Panzer, Schalen, so wurden dieselben einfach von dem Schlamm umhüllt, und dadurch vor dem weitern Zerfall oder einer allmäligen Verwitterung ungleich besser bewahrt,

Fig. 1. Mexican Shield.

Mitte 1,5 bis 2 cm. Es ist deutlich ein langgestreckter Mittelteil und ein kürzerer, dünnerer Endteil zu unterscheiden. Der Mittelteil ist rund und fällt in seinem vorderen Drittel fast in einen Spitzkegel zusammen. Der Endteil ist ebenfalls rund, aber dünner und nicht so lang wie der Mittelteil. Die Oberfläche ist glatt, ohne Skulptur. Die Farbe ist ein gleichmäßiges Rot.

Fig. 4.
Eigelege auf einem Blatt von Ficus elastica.

Fig. 5.
Junge Larve auf dem Blatt.

Die Eier werden in Gelegen von 3 bis 5 Stück abgelegt, die in einer Reihe aufgestellt sind. Die Eier stehen dicht nebeneinander, berühren sich aber nicht. Sie sind mit einer Kittmasse an das Blatt angeklebt, so daß sie nicht abfallen, wenn das Blatt abgenommen wird. Die Kittmasse ist farblos und durchsichtig. Sie ist nicht sehr reichlich vorhanden, so daß sie nur wenig über die Eier hervorragt. Die Eier sind also nicht in eine Kittmasse eingebettet, wie es bei vielen Schmetterlingseiern der Fall ist. Die Kittmasse ist ziemlich fest, so daß sie nicht leicht zerstört wird. Sie ist ziemlich klebrig, so daß sie an den Fingern haften bleibt. Sie ist in Wasser unlöslich. Die Eier sind ziemlich fest mit der Kittmasse verbunden, so daß sie nicht leicht abfallen. Sie können aber mit der Kittmasse abgelöst werden, ohne daß sie zerstört werden. Sie sind ziemlich empfindlich gegen Druck, so daß sie leicht zerdrückt werden können.

sich dahin geeinigt hat, in ihnen die Ausgüsse eines Nagethierbaues zu vermuthen. Dergleichen kommt auch im Mineralreiche bei Krystallgestalten vor, die mit der Zeit aufgelöst oder chemisch verändert, ihre Form vollkommen fremdartigen Gesteinen hinterlassen, die in den Hohlraum eindringen oder durch langsame Umwandlung des Inhalts darin entstehen, wobei dann das Mißverhältniß zwischen Form und Inhalt so schreiend ist, daß man diese Bildungen wie eine Maskerade der Natur ansieht und als Nachäffungen und Truggestalten (Pseudomorphosen) bezeichnet. Zu solchen Pseudomorphosen würden auch die sogenannten Eindrücke urweltlicher Platzregen (Fig. 31) zu rechnen sein, wenn denselben nicht eine ganz andere Ursache zu Grunde liegt.

Versteinerungen im eigentlichen Wortsinn, bei denen ein weicher, verweslicher organischer Körper durch das Eindringen mineralischer Salze und Lösungen ohne vorherigen Abguß in Stein verwandelt wird, sind viel seltner; Quellen mit starkem mineralischen Gehalt, kalk-, eisen- und kiesel-

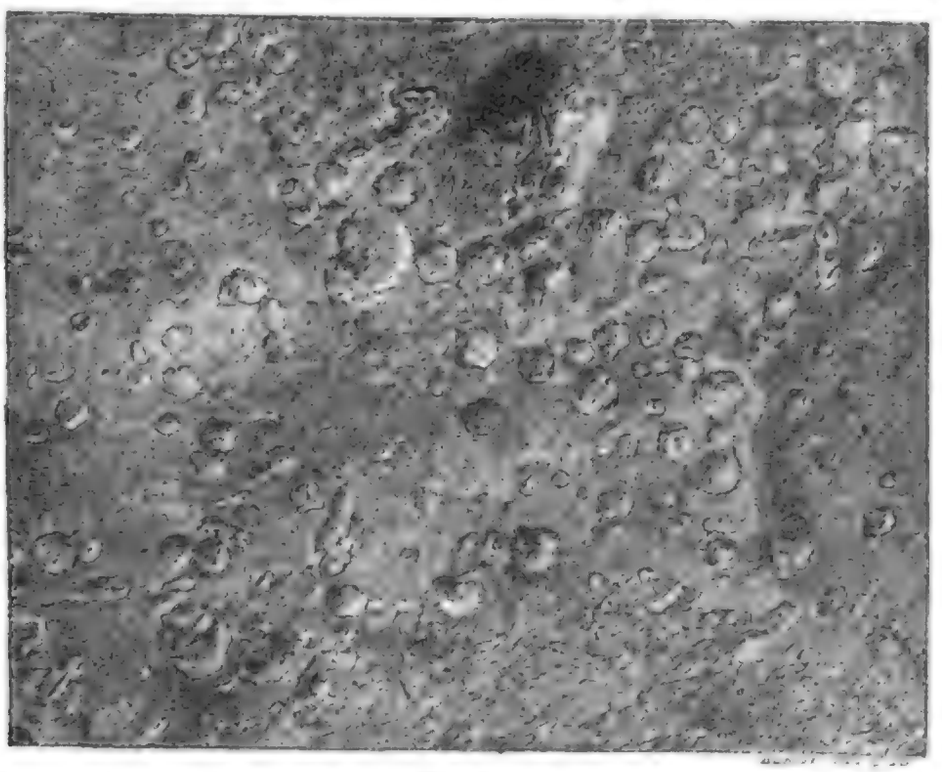


Fig. 31.
Sogenannte Regen-Eindrücke aus dem bunten Sandstein von Connektikut.

säurereiche Wasser haben am häufigsten solche Umwandlungen bewirkt, so namentlich heiße und an Kieselsäure reiche Geysirquellen, denen die meisten der sogenannten „versteinerten Wälder" ihren Ursprung danken dürften. In vielen Fällen handelte es sich aber auch hierbei zunächst nur um einen Abguß und eine Umhüllung mit mineralischen Stoffen, wie bei den sinterbildenden und inkrustirenden Quellen, deren Erzeugnisse die meisten Leser

an den aus Karlsbad mitgebrachten Sprudelandenken kennen werden. Dahin gehören auch die mit einer dicken, runden Kalkschale versehenen Kieskörnchen, welche den sogenannten Erbsenstein zusammensetzen, die Andenken vorweltlicher Sprudel, die so lange mit den hineingeweheten Sandkörnchen gespielt haben, bis dieselben durch Kalkinkrustation zu schwer wurden, dem Spiele zu folgen, und nachher am Boden zu dem zusammenhängenden Stein verkittet worden sind.

Oft hat auch der Zersetzungsproceß der organischen Materie selbst dazu beigetragen, das Versteinerungsmaterial aus der den Schlamm durchdringenden Flüssigkeit abzuscheiden, so z. B. das Schwefeleisen, welches die Schuppen alter Fischabdrücke oder die Schalen der Ammoniten mit prächtigem Goldglanz erschimmern läßt, als handele es sich um lauter Goldfische oder Reste eines goldenen Zeitalters, wie bei den sogenannten Goldschnecken vom Staffelstein. Der Schwefel kann in solchen Fällen sowohl aus dem verwesenden Körper selbst stammen, als auch durch den Verwesungsprozeß aus Gyps und anderen schwefelhaltigen Mineralien abgeschieden worden sein. Oft trat auch ein neues Mineral an die Stelle eines vorher eingedrungenen Mineralstoffes, der sich löste oder verändert wurde.

Nach diesem kurzen Blick auf die Hauptbildungsweisen der Versteinerungen wenden wir uns nunmehr wieder zu dem Wachsthum der Erdoberfläche durch Schichtenbildung zurück. Da nun die organischen Wesen, wie wir später ausführlicher erfahren werden, fast in jeder Epoche der Erde, bis auf wenige langlebige Ausnahmen der niedern Abtheilungen, die man als persistente oder Dauertypen bezeichnet, und die daher für die Chronologie der Schichtenfolge keine Verwendung finden können, völlig andersgeartete gewesen sind, und sowohl den Bewohnern der frühern Länder und Gewässer, wie denen der jüngeren Erdoberflächenbildungen völlig fremdartig — wenn auch bei sich näher stehenden Schichten, nicht ohne die Kennzeichen geheimer Verwandtschaft und manchmal der direkten Abstammung — gegenüberstehen, so läßt sich nach diesen Einschlüssen organischen Ursprungs sowohl die Stelle erkennen, welche die betreffende Schicht in der Reihenfolge der übrigen einnimmt, als auch die zeitliche Zusammengehörigkeit mit entsprechenden Schichten anderer Länder bestimmen. Man nennt solche Einschlüsse, die für eine bestimmte Bildungsepoche der Erde besonders charakteristisch sind, Leitmuscheln, obwohl man besser Leitfossilien sagen würde, denn man gebraucht den Ausdruck gleichmäßig nicht nur für die Reste von Muscheln, sondern auch von Schnecken und andern Weichthieren, Stachelhäutern, Krebsen, Fischen u. s. w., selbst von Pflanzenresten, welche für eine besondre Erd-Epoche bezeichnend sind, ungefähr wie das Grab eines Kreuzfahrers in einer Kirche das Alter derselben auf das zwölfte oder dreizehnte Jahrhundert zurückführen würde. Namentlich in den früheren Zeitabschnitten, in denen die Thierwelt der Meere in Folge allseitigeren Zusammenhanges eine gleichmäßigere war als heute, lassen sich an der Uebereinstimmung der

Leitmuscheln die zusammengehörigen Schichten an oft weit von einander entfernten Orten sicher erkennen. Freilich darf dieser Schluß nicht zu weit ausgedehnt werden, denn oftmals haben an dem einen Orte Thiere und Pflanzen, die an andern längst ausgestorben waren, fortgedauert, wie z. B. die Beutelthiere Australiens, deren nächste Verwandte in der alten Welt seit undenklichen Zeiten völlig ausgestorben sind. Wenn wir demnach Schichten der alten und neuen Welt nach ihrer Lage und ihren Einschlüssen mit demselben Namen belegen, so können wir damit nur meinen, daß sie im Großen und Ganzen der nämlichen Bildungsepoche der Erde zugehören; an eine strenge Gleichzeitigkeit solcher Bildungen hüben und drüben brauchen und dürfen wir dabei nicht denken, und selbst bei größerer räumlicher Annäherung nicht immer.

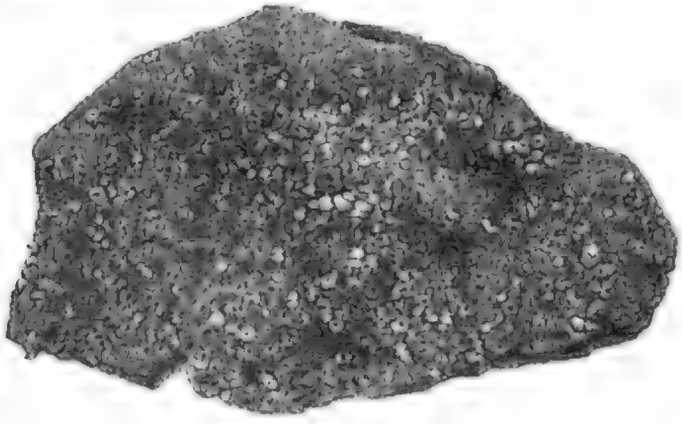


Fig. 32.
Littorinellenkalk

Mitunter ist der Reichthum einer Absatzbildung an organischen Ueberresten so groß, daß man sagen kann, sie bestehe ganz und gar aus denselben und es ist dies namentlich bei Kalkfelsen und bei gewissen Kieselschiefern der Fall, andererseits bei den verschiedenen Kohlenflötzen. So kennen wir z. B. Schichten, die fast ganz aus kleineren oder größeren Muschel- oder Schneckenschalen bestehen (z. B. der Littorinellenkalk, Fig. 32), andere, die aus Panzern kleiner Krebse bestehen (Cypridinenschiefer) und Aehnliche. Insbesondere sind es aber mikroskopische Urwesen der niedersten Klasse, welche in unendlichen Massen, namentlich im Meere lebend, demselben seinen von den Quellen und Flüssen zugeführten Kalk und die Kieselsäure entziehen, um ihrem aus weichem Schleim bestehenden Körper ein festes Gerüst oder eine harte Hülle, eine Schale oder einen Panzer abzuscheiden, die demselben zum Schutze dienen. In dem Kapitel über die Protisten oder Urwesen werden wir ihre Formen und Fähigkeiten näher kennen lernen; hier ist ihrer nur insoweit zu gedenken, als sie sich theilweise nicht unerheblich am Bau der Erdrinde betheiligt haben. Obwohl dem unbewaffneten Auge unsichtbar, sinken die Kalkschalen der Kammerthiere (Polythalamien) und die Kieselskelette der Radiolarien doch nach dem Ab-

ſterben des lebendigen Schleimes, der ſie erfüllte und umhüllte, beſtändig in ſo großer Zahl auf den Grund, daß namentlich die erſteren im Laufe der Zeit mächtige Schichten gebildet haben, die entgegen den Sandſtein- und Schieferbildungen der Ufer, tiefer im Meere ihren Urſprung genommen haben, und deren Bildung man bei den Tiefſeeforſchungen der Neuzeit vielfach als fortgehend beobachtet hat. Es ſind vor Allem die Kreidefelſen, die aus den Schalen dieſer mikroſkopiſchen Weſen aufgebaut ſind und deren

Fig. 53.
Kreide von Gravesend, aus den Schalen von Planularien, Textilarien, Rotalien u. ſ. w. beſtehend bei 300facher Vergrößerung.

pittoreske Formen z. B. an unſeren nordiſchen Meeresküſten hervortreten, in ihrer Mächtigkeit am wenigſten ahnen laſſen, daß ihre Baumeiſter ſo gar kleine Geſellen waren. (Vergl. Fig. 33.) Die ihnen häufig in Schichten oder Neſtern eingelagerten Feuerſteine ſind, wie in neuerer Zeit feſtgeſtellt wurde, namentlich aus Radiolarien gebildet.

Als die Waſſerbaumeiſter der höchſten Leiſtungsfähigkeit haben wir aber die Korallenthiere zu betrachten, welche durch ihre Eigenthümlichkeit, fortſproſſende Stämme, Ketten und Polſter zu bilden, deren Gerüſte aus hartem Kalke beſteht, ihrem Bauwerke zugleich Feſtigkeit und kühne Formen geben. Schon in ſehr alten Zeiten des Erdballs haben die Korallen ihre Bauthätigkeit entfaltet, und mehrere nordeuropäiſche Inſeln beſtehen hauptſächlich aus ſiluriſchem Korallenkalk; aber als die Hauptperiode großartigſter und vielſeitigſter Geſellſchaftsleiſtungen ſolcher Art, als eine wahre Gründerzeit in der Vorgeſchichte der Erde, iſt ein Abſchnitt der Sekundär-

gut zu Ende geführt. Ich habe mich bemüht, in der Form eine der neuen Bestimmung gemäße Lösung zu finden, und die Kapelle hätte gerne, wenn die Form irgendwo Beifall gefunden hätte, in Deutschland Nachahmung gefunden. Ich habe mich aber getäuscht. Man hat mir gesagt, daß die Kapelle zu modern sei, daß sie nicht in die Umgebung passe, daß sie nicht gotisch sei. Ich habe mich gefragt, was ist gotisch? Ist es gotisch, wenn ich Spitzbogen und Strebepfeiler anwende? Ist es gotisch, wenn ich Fenster, Türen, Giebel und Dächer forme, wie sie die mittelalterlichen Meister geformt haben? Ich habe mich gefragt, ist es gotisch, wenn ich Kreuzblumen, Krabben und Fialen anbringe? Ich habe mich gefragt, ist es gotisch, wenn ich Maßwerk, Blendmaßwerk, Rosetten, Kielbögen und Eselsrücken anbringe? Ich habe mich gefragt, ist es gotisch, wenn ich Wasserspeier, Kreuzblumen und Fialen aus Blei gieße? Ich habe mich gefragt, ist es gotisch, wenn ich Fenster und Türen mit Eisenbeschlägen versehe? Ich habe mich gefragt, ist es gotisch, wenn ich Fenster und Türen mit Bleiverglasung oder mit ausgelegten Gläsern aus Blei fasse? Ich habe

Fig. 1. Kapelle in Darmstadt.

mich gefragt, wenn ich sämtlichen Forderungen entspreche, wie sollte diese Kapelle gebaut sein, damit sie gotisch wäre? Ich habe mich gefragt, ist es gotisch, wenn ich Kapellen baue, wie sie in der Zeit der Gotik gebaut worden sind? Ich habe mich gefragt, ist es gotisch, wenn ich Kapellen baue, wie sie in der Zeit der Renaissance gebaut worden sind? Ich habe mich gefragt, ist es gotisch, wenn ich Kapellen baue, wie sie in der Zeit des Barock gebaut worden sind? Ich habe mich gefragt, ist es gotisch, wenn ich Kapellen baue, wie sie in der Zeit des Rokoko gebaut worden sind? Ich habe mich gefragt, ist es gotisch, wenn ich Kapellen baue, wie sie in der Zeit des Klassizismus gebaut worden sind? Ich habe mich gefragt, ist es gotisch, wenn ich Kapellen baue, wie sie in der Zeit der Romantik gebaut worden sind? Ich habe mich gefragt, ist es gotisch, wenn ich Kapellen baue, wie sie in der Zeit des Eklektizismus gebaut worden sind? Ich habe mich gefragt, ist es gotisch, wenn ich Kapellen baue, wie sie in der Zeit des Impressionismus gebaut worden sind? Ich habe mich gefragt, ist es gotisch, wenn ich Kapellen baue, wie sie in der Zeit des Expressionismus gebaut worden sind? Ich habe mich gefragt, ist es gotisch, wenn ich Kapellen baue, wie sie in der Zeit des Kubismus gebaut worden sind? Ich habe mich gefragt, ist es gotisch, wenn ich Kapellen baue, wie sie in der Zeit des Futurismus gebaut worden sind? Ich habe mich gefragt, ist es gotisch, wenn ich Kapellen baue, wie sie in der Zeit des Dadaismus gebaut worden sind? Ich habe mich gefragt, ist es gotisch, wenn ich Kapellen baue, wie sie in der Zeit des Konstruktivismus gebaut worden sind? Ich habe mich gefragt, ist es gotisch, wenn ich Kapellen baue, wie sie in der Zeit des Neuen Bauens

sonderen Schwierigkeiten. Die „einträchtigen Zoophyten", so genannt, weil man sie bis zum vorigen Jahrhundert für Pflanzen hielt, haben sich in einer ihnen zusagenden Tiefe auf den abschüssigen Ufern der Inseln oder Festländer angesiedelt, und sind, immer auf den absterbenden älteren Korallenstöcken fortbauend, bis nahe zur Oberfläche emporgewachsen, wo ihre mit allen Farben des Regenbogens geschmückten Polypen herrliche unterseeische Blumengärten bilden, die den im leichten Kahne darüber hingleitenden Beschauer in das lebhafteste Entzücken versetzen. An den Stellen, wo ein Bach oder Fluß von der Insel in's Meer mündet, ist der Gürtel unterbrochen, weil die Polypen im Süßwasser nicht gedeihen können. Oft bilden sie gefährliche Uferklippen, die nur bei der Ebbe aus dem Wasser hervortreten, und von der Torresstraße zwischen Neuholland und Neu-Guinea behauptet man, daß sie erst in den letzten Jahrhunderten durch das Weiterwachsthum solcher Saum- und Küstenriffe förmlich zugewachsen und unwegsam geworden sei.

Die von den Küsten durch einen breiten Kanal getrennten Wall-, Damm- oder Barren-Riffe erreichen oft eine bedeutende Ausdehnung, so dasjenige von Neucaledonien mit einer Gesammtlänge von 100 geographischen Meilen und das große Wallriff an der Nordostküste von Australien, welches gewöhnlich mit seinem englischen Namen Great-Barrier-Rif auf den Karten verzeichnet ist, und in einer Ausdehnung von fast 250 geographischen Meilen und in 15 bis 150 Kilometer Entfernung die Küste von der Torresstraße bis zur Lady Elliotinsel an der Nordostküste von Queensland begleitet. Es bildet, wie die meisten dieser Korallenbauten, keine dichte Mauer, sondern eine Inselwelt mit vielen Wasserstraßen, welche das Riff nach allen Richtungen durchschneiden und theilweise auch größeren Schiffen zugänglich sind. Bei der Ebbe werden, wenn sich größere Theile des Riffes aus dem Wasser erheben, überall Lagunen, d. h. von Korallenwuchs freie Stellen, als kleine geschlossene Becken sichtbar, in denen sich ein reiches Thierleben tummelt. Dann erkennt man, daß der größte Theil dieses oben in einen Wald von Zweigen und Blumen ausgehenden Riffes aus Steinkorallen (Madreporarien) aufgebaut ist, wobei sich einzelne Gattungen, wie Löcherkorallen (Madreporiden im engern Sinne), Gehirnkorallen (Mäandrinen), Sternkorallen (Asträaceen), Schwamm- und Blattkorallen (Fungiden), Hirschgeweih-Korallen (Madrepora hebes) und andere kolonienartig ausbreiten, so daß an der einen Stelle diese und eine Strecke davon eine andere Art vorherrscht. Unsere Tafel nach photographischer Aufnahme von Saville Kent zeigt eine solche „Madreporen-Lagune" des großen Barren-Riffs zur Ebbezeit, und wir sehen, wie die einzelnen aufragenden Stöcke Rasen von oft mehreren Metern Durchmesser bilden. Die ebenerwähnte Hirschgeweihkoralle bildet solche Büsche von 5 bis 6 Metern im Durchmesser.

In diesen unterseeischen Wäldern finden aber zahlreiche andere Thiere Nahrungs- und Wohnplätze, so daß sie zur Fluthzeit ergiebige Fischerei-

Digitized by Google

Madreporen-Lagune im Grossen Australischen Barrièren-Riff (Port Denison).
Nach Photographie von Savilla Kent „The great Barrier Reef of Australia" (1894)

Digitized by Google

gründe bilden. Fische, die ebenso bunt gezeichnet sind, wie die Korallenpolypen: Schnecken, Muscheln, Schwämme, Stachelhäuter, Röhrenwürmer, Mooskorallen leben dort zahlreich, und alle diese Thiere tragen mit ihren abgestorbenen Panzern und Gerippen dazu bei, das Astwerk zu füllen, so daß es mit fortschreitender Tiefe, zuletzt in einen dichten Riffstein mit Sandnestern, deren Material die Stürme herbeiführen, d. h. in eine mehr oder weniger dichte Felsmauer übergeht. Im Bereiche des großen Barrièrenriffes erblickt man häufig Gebiete, die nicht nur, wie das lebende Riff zur Ebbezeit, sondern beständig als Inseln aus der Fluth emporragen. Man braucht dabei nicht an vulkanische Erhebungen zu denken, sondern an Stellen, woselbst größere Stürme losgerissene Rifftrümmer, Schutt, Meeressand, Algen u. s. w. angehäuft haben, so daß von den Vögeln herbeigetragene Pflanzensamen daselbst Wurzel fassen können, und ebenso von der Welle herangeschwemmte Cocosnüsse, die zu den ersten Besiedlern über die Meeresfläche emporsteigender Koralleninseln zu gehören pflegen, da die Cocos-Palme ein Strandbaum ist und einen leichten Salzgehalt des Bodens liebt. In der Regel bilden auch Kalkalgen, welche die absterbenden Korallenäste überziehen, wenn sie länger von der Ebbe bloßgelegt werden, einen ersten Untergrund zum Inselboden, weil sie die längere Lufteinwirkung besser ertragen.

Ein viel größeres, die menschliche Phantasie erregendes Räthsel bildeten aber seit jeher die mitten im tiefen Ocean aufragenden Atolle, wenige Fuß über die Meeresfläche emporragende „niedrige Inseln“, die alle mehr oder weniger geschlossene und regelmäßige, oder mit Einbuchtungen versehene Ringe bilden, die Dachungen aus dem tiefen Meeresgrunde steil aufragender Ringmauern aus Korallenkalk, die oben mit grünem Strauch- und Baumwerk geschmückt, plötzlich vor dem Seefahrer aus der Fluth aufsteigen, nachdem sie noch eben hinter der Kugelfläche des Meeres verborgen waren. „Welches Wunder, diese Atolle zu sehen, jedes eingeschlossen von einem großen steinernen Wall, an dessen Bau keine menschliche Kunst Theil hat!“ rief bereits François Pyrard de Laval 1605 beim ersten Anblick der Südsee-Atolle aus. „Wie sind sie entstanden, welche Kräfte haben ihnen die eigenthümliche Form gegeben?“ Seit den Reisen der Cook und Forster hat die Beklemmung über dies Geheimniß die Schiffer und Weltreisenden nicht mehr losgelassen. Der erste Gedanke war, daß da als ringförmige Fundamente alte Kratermündungen auf dem Meeresgrunde vorhanden sein müßten, auf deren Ringöffnung die Korallen ihren bis auf wenige Stellen geschlossenen Ringbau aufgeführt hätten, dessen Form also gleichsam im Fundament gegeben wäre. Allein bei genauerer Betrachtung ergab sich bald, daß diese Theorie eine chimärische Unterlage habe, denn wenn auch die Form eines runden, einer Krateröffnung ähnlichen Ringes bei den kleineren Atollen vorherrscht, so giebt es doch langgestreckte Atolle von Formen, wie man sie nie an einem irdischen Krater

gesehen hat, und von Ausdehnungen, wie sie nur auf dem Monde vorkommen, woselbst aber ebenfalls keine so gestreckte und hin- und hergebogenen Fundamente für etwaige Korallenbauten auftreten, wie sie zahlreiche Atolle darbieten. Die größten irdischen Krater haben meist nur wenige Kilometer im Durchmesser, während Atolle von 8 und 10 bis 15 geographischen Meilen Durchmesser keine Seltenheiten sind. Auch müßten solche Atoll-Archipele, wie sie unsere Farbentafel darstellt, in denen Hunderte, ja in den Malediven über Tausend solcher Inseln auf kleinem Gebiete aus der Fluth aufgestiegen sind, einen wahren Wald von Kratern der Meerestiefe voraussetzen. Ihre grünen Ringe mit fahlem gelben Strandrande, die in der „purpurnen Fluth" zu schwimmen scheinen, und die blaugrüne Lagune wie einen Edelstein umfassen, bieten einen unvergeßlichen Anblick und Columbus taufte eine solche Inselwelt in der Nähe der Bermudas-Inseln, die „Gärten und Gärtchen (Jardines und Jardinillos) des Königs und der Königin".

Diese Krater-Theorie wurde denn auch bald wieder von der älteren und zählebigeren Ansicht abgelöst, daß die Atolle einfach auf submarinen Erhebungen fußen und ihre charakteristische Ringform Ursachen verdanken sollten, die in den Eigenthümlichkeiten des Korallenwachsthums gegeben seien. Jeder Korallenbau sei als voller und geschlossener Bau emporgewachsen, aber die Korallen gediehen, je mehr sie sich der Meeresoberfläche näherten, nur am äußern Rande des Feldes, in der Brandung der äußern Ufer gut, und daraus folge ein centrifugales Wachsthum der Korallen, eine Ausbreitung am Umfange, während in der Mitte ein Absterben und Wiederauflösen, ein Zurückbleiben des Wuchses stattfinde, die zur Ausbildung der Ringform und der innern Lagune beitrüge. Am äußern Rande, der steil und sogar überhängend (wegen des fortschreitenden Randwachsthums) zu denken sei, stürzten beständig vom Sturme losgerissene Trümmer in die Tiefe, welche zur Vergrößerung des Grundbaues und zur Ausdehnung von unten auf führten. Die ersten Grundlinien dieser auf eine gewisse Strecke hin befriedigenden Theorie, wurden nicht, wie man meist angegeben findet, von dem Dichter und Naturforscher Chamisso auf seiner Weltumsegelung mit Kotzebue (1815—1818) aufgestellt, sondern vielmehr von seinem Reise-Begleiter, dem Schiffsarzte Eschscholtz, und von Chamisso nachdrücklichst bekämpft. Gleichwohl hat sie, wie wir sogleich sehen werden, ein sehr langes Leben gehabt.

Den ersten Stoß empfing sie, wie auch die Krater-Theorie, durch die Beobachtungen von Quoy und Aymard, den Naturforschern der Urania, auf ihrer Weltumseglung mit Kapitän Freycinet (1825), aus denen hervorging, daß die eigentlichen riffbildenden Korallen nur in geringen Meerestiefen gedeihen können, wenn auch ihre Annahme, daß sie nicht tiefer als 25 bis 30 Fuß unter der Meeresfläche vorkämen, etwas zu niedrig gegriffen war. Wurde aber auch später nachgewiesen, daß sie noch ein wenig

Digitized by Google

... wie sie nur auf dem Monde ...
... keine so gestreckte und hin- und ...
... Korallenbauten auftreten, wie sie ...
... kreisrunden Krater haben meist ...
... während Atolle von 8 und 10 bis ...
... keine Seltenheiten sind. Auch müs...
... andere Farbentafel darstellt, in den...
... Tausend solcher Inseln auf kleine...
... und, einen wahren Wald von Krater...
... blaue grünen Ringe mit fahlem gelben
... „in dem Fluth" zu schwimmen scheinen, und
... Korallenriff umfassen, bieten einen unver...
... konnte eine solche Inselwelt in der Nähe
... und Gärtchen (Jardines und Jardinillos)
...

... wurde denn auch bald wieder von der älteren ... angelegt, daß die Atolle einfach auf submarinen Er... ruhen sollten und ihre elliptische Ringform Ursachen verdanken sollten, ... den Eigenthümlichkeiten des Korallenwachsthums gegeben seien. Jeder Korallenbau sei als voller und geschlossener Bau emporgewachsen, aber die Korallen gedeihen, je mehr sie sich der Meeresoberfläche näherten, nur am äußern Rande des Feldes, in der Brandung der außern Ufer gut, und ... ein centrifugales Wachsthum der Korallen, eine Ausbreitung ..., während in der Mitte ein Absterben und Wiederauflösen, ein ... Kalkes stattfinde, die zur Ausbildung der Ringform ... Am äußern Rande, der steil und sogar ... (nach dem kreisförmigen Randwachsthums) zu denken sei, ... losgerissene Trümmer in die Tiefe, welche ... Wachsthumes und zur Ausdehnung von unten auf ... diesen auf eine gewisse Strecke hin be... nicht, wie man meist angegeben findet, von ... Chamisso auf seiner Weltumsegelung mit ... aufgestellt, sondern vielmehr von seinem Reise... Scheidt, und von Chamisso nachdrücklichst ..., wie wir sogleich sehen werden, ein sehr

... auch die Krater-Theorie, durch die ..., den Naturforschern der Urania, ... Freycinet (1825), aus denen her... bildenden Korallen nur in geringen Meeres... zu tiefe Annahme, daß sie nicht tiefer als ... Fläche vorkämen, etwas zu niedrig ge... weiter nachgewiesen, daß sie noch ein wenig

Ein Atoll-Archipel.

über 100 Fuß tief hinabgehen, so sind riffbildende Korallen doch niemals in Tiefen über 200 Fuß lebend angetroffen worden, die Riff-Korallenzweige des Ufers sind in diesen Tiefen sämmtlich abgestorben, und es ist demnach unmöglich, daß sie aus zwanzig bis hundert Mal größeren Tiefen, vom Meeresgrunde auf, solche Riffe aufgeführt haben könnten. Aus dieser Sackgasse fand endlich Darwin's Scharfblick, der auf seiner Weltumseglung mit dem „Beagle" (1832 bis 1836) auch den Korallenbauten seine Aufmerksamkeit widmete, einen Ausweg, indem er die Theorie aufstellte, welche die Vielgestaltigkeit der Riffe erklärte, und für lange Zeit den Beifall Humboldt's und der meisten jüngeren Naturforscher erntete. In seinem 1842 veröffentlichten Buche über den Bau der Koralleninseln zeigte er, daß sich die meisten Schwierigkeiten heben, wenn man annimmt, daß alle Korallenriffe nicht in der Tiefsee (was unmöglich wäre), sondern als Saumriffe in dem seichten Ufermeer der Inseln und Festlandküsten begonnen würden, und daß dann nachfolgende Senkungen des Meeresbodens sie erst in

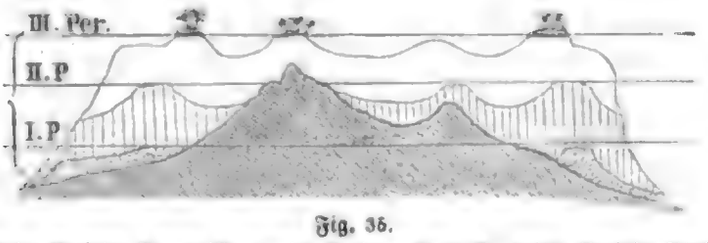


Fig. 35.
Erste Periode Saumriff; zweite Periode Wallriff; dritte Periode Atoll.

Wallriffe und dann (soweit es sich um Inselgürtel handelte) in Atolle verwandeln (Fig. 35). Ein Atoll wäre somit nichts andres als das vergrößerte Umrißbild einer versunkenen Insel, und seine Meeresthore oder Lücken entsprächen den ehemaligen Flußmündungen der Insel. Denn wenn das Saumriff mit der Insel allmälig tiefer sank, so erschien es, weil die jüngeren Korallen auf dem von ihren Ahnen gelegten Grunde weiter baueten, später als entfernter Wall um die Reste der Insel, um so mehr als die jungen Thiere, weil sie die Brandung dem stillen Wasser vorziehen, sich vorzugsweise am äußern Rande der Mauer ansiedeln. Verschwand endlich die Insel ganz unter dem Meeresspiegel, so verhinderten die emsigen Arbeiter das gleichzeitige Versinken ihres Riffes, indem sie Stockwerk auf Stockwerk thürmten, um immer dem Lichte nahe zu bleiben. Hob sich der Meeresboden oder sank die Oberfläche des Meeres nachmals durch Ursachen, welche auf den Baugrund dieser Inseln nicht einwirkten, so stieg das Atoll aus den Wellen empor. Einzelnen Schwierigkeiten der Darwin'schen Korallen-Theorie, zu denen namentlich die Voraussetzung der dauernden Senkungen gehört, hat man in neuerer Zeit durch andere Theorien zu begegnen gesucht, unter denen die von John Murray und Semper den meisten Wiederhall gefunden haben. Aber genau besehen sind sie nichts

anderes als Versuche, die alte Eschscholtz'sche Theorie neu zu beleben und sie besonderen Umständen anzupassen. Viele Gegner der Darwin'schen Korallen-Inseln-Theorie kämpften geradezu mit Windmühlen, indem sie die niemals von Darwin geläugnete Thatsache hervorhoben, daß es auch auf langsam emporsteigenden Meeresgebieten Korallenbänke giebt. Aber die Form und Erscheinung der aus tiefem Wasser aufsteigenden Ringinseln hat keine dieser Kampftheorien gleich befriedigend zu erklären vermocht.

Gleichwohl war der Kampf in neuerer Zeit ein hitziger geworden und es war das Vernünftigste, was man thun konnte, ein Atoll von oben her anzubohren, um zu sehen, wie tief der hauptsächlich aus Korallenkalk bestehende Riffstein hinabreiche. Diese zuerst von dem jüngeren Agassiz empfohlene Probe wurde 1896 von Sollas auf der Insel Funafuti (einem typischen Atoll der Ellicegruppe in der Südsee) begonnen und 1897—98 von David weitergeführt, wobei in Tiefen von 300 Metern und darüber noch immer mit Sandnestern abwechselnder Riffstein angetroffen wurde, also in sehr viel größeren Tiefen als riffbildende Korallen bewohnen können. Damit hat die Darwin'sche Atoll-Theorie eine nicht zu unterschätzende Stütze gewonnen und alle Versuche, die gefundenen Thatsachen im Sinne der Eschscholtz-Murray'schen Theorie zu verwenden, müssen als vergebliche Liebesmüh erscheinen. Der Riffstein ist zwar häufig in einem Zustande der Umwandlung, daß in seinem Gefüge kaum noch deutliche Spuren der Entstehung aus ehemaligen Korallenstöcken und Zweigen erkennbar sind. Im Besonderen gilt dies von den durch nachträgliche Einwirkung magnesiahaltigen Wassers in ihrer inneren Substanz umgewandelten Dolomitbergen der Triasformation. Und auch wo der Kalk keine Magnesia in wesentlichen Mengen aufgenommen hat, ist er im Laufe der Jahrtausende in Kalkspath und Marmor übergegangen.

Wäre dies nicht der Fall, so würde man erwarten dürfen, den Beweis eines senkrechten Aufbaues aus großen Meerestiefen am leichtesten an vorzeitlichen Korallenriffen führen zu können, bei denen nach dem Weggang des Meeres das alte Riff manchmal vom Scheitel bis zum Fuße frei vor Augen liegt. In der That sprachen in neuerer Zeit zuerst von Richthofen und dann mit sehr sorgfältiger Begründung Mojsisowicz die Meinung aus, daß die der Triaszeit entstammenden riffartigen Kalk- und Dolomitenwände unserer östlichen Alpenländer mit ihren steilgeböschten Rändern, ihrem Schichtungsmangel und ihrer raschen Auskeilung Ueberreste mächtiger Wallriffe seien, welche die aus krystallinischem Gesteine bestehende Centralkette der Alpen, die schon damals als Insel aus dem Triasmeere emporragte, umkränzt hatten, ähnlich wie heute das große Dammriff die Küste Queenslands. Die zwischen diesen steil emporstrebenden Riffe befindlichen geschichteten Kalkgesteine würden sich dann leicht und ungezwungen als Ablagerungen der Trümmermassen am Fuße und an den Oeffnungen des Riffes erklären lassen. Thatsächlich finden sie sich vorzugs-

weise zwischen dem muthmaßlichen Riff und dem aus kyrstallinischen Urgestein bestehenden Centralstock der Alpen.

Nun hat zwar diese Auffassung auch sehr entschiedene Gegner gefunden und es läßt sich nicht läugnen, daß die Fossilien-Armuth dieser ungeschichteten Kalk- und Dolomitklippen der Alpen, gegenüber vielen Gebilden der Juraformation, die sich durch ihre Einschlüsse von Korallen mannigfachster Art, von Seeigeln, Muscheln u. s. w. deutlich als Korallenriffe zu erkennen geben (vgl. Fig. 36), recht auffällig ist. Immerhin sind nach

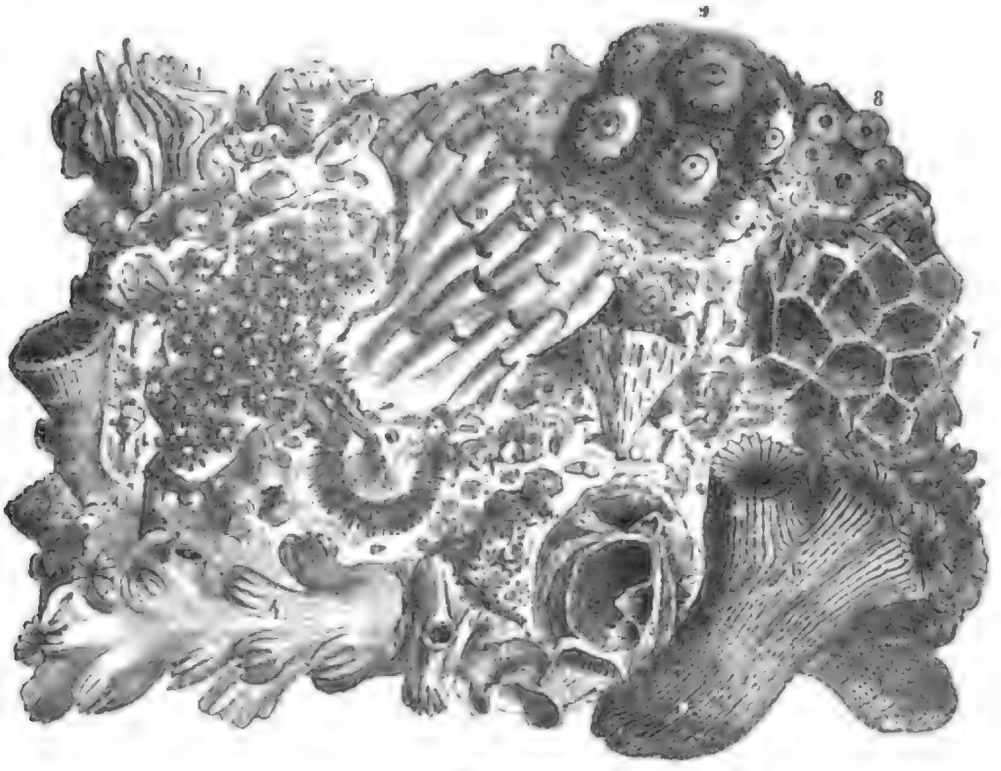


Fig 36.

Handstück aus dem Korallenkalk von Nattheim. (Natürl. Größe.)

1. Lobophyllia alata. 2, 7. Astrïa tubulosa und helianthoides. 3, 5, 6. Zwei Arten der Steinkoralle (Lithodendron). 4. Tiaradendron germinans. 8. Scyphia Bronnii. 9. Cidaris coronata. 10. Explanaria alveolaris.

Neumayr Korallenbruchstücke noch die häufigsten unter den erkennbaren Einschlüssen, und schließlich darf man nicht übersehen, daß jene als Korallenklippen des Triasmeeres in Anspruch genommenen Kalk- und Dolomitfelsen viel älter und der Einwirkung eines warmen Meeres und der Tagewässer viel länger ausgesetzt gewesen sind, als die Jurakalke.

Auf den zackigen Zinnen der Dolomiten und auf den Kalkfelsen des Juragebirges ergreift den Kundigen das Gefühl, daß diese Naturbauwerke Zeugen nicht minder emsiger Arbeit lebender Wesen, als irgend die Pyramiden Egyptens, die mächtigsten Bauwerke der Welt darstellen. Denn diese Riesenberge sind, wie zunächst Buffon und der Großvater Darwin's aussprachen, sämmtlich „Monumente früherer Lebenslust", es giebt über-

haupt sehr wenig kohlensauren Kalk in der Natur, der ohne Mitwirkung lebender Wesen aus den Kalksalzen des Meeres abgeschieden worden wäre; sie sind bildlich ausgedrückt, der Schweiß ungezählter und unzählbarer fühlender Wesen, die all' den Kalk vorher genossen und dann ausgesondert haben. Man hat mannigfache Berechnungen angestellt, um die außerordentliche Länge der Zeiten festzustellen, welche zur Vollendung fossiler Korallenbauten gehört haben mögen, indem man diesen Schätzungen heute beobachtete Verhältnisse zu Grunde legte. So hat z. B. Agassiz für die Korallenriffe, welche theils das Ufer Floridas umgürten, theils den Boden desselben bilden, eine Bauzeit von mehreren hunderttausend Jahren herausgerechnet, obwohl die Baumeister den jüngsten noch lebenden Geschlechtern angehören. Es bedarf kaum der Erinnerung, daß solchen Schätzungen eine besondre Zuverlässigkeit nicht beigelegt werden kann.

Um alle die unzähligen Absatz- (oder Sediment-) Bildungen der Erdrinde in eine chronologische Ordnung zu bringen, und die allgemeine Verständigung zu erleichtern, hat man die Erdgeschichte in einzelne Abschnitte oder Perioden getheilt, wie die Völkergeschichte, welche wir, so anmaßend als möglich, Weltgeschichte zu nennen pflegen. Die Juden und andre alte Völker begannen die Chronik ihrer Thaten vom Anfange der Welt zu datiren, und ihre Kalender geben letztere noch immer für einen Jüngling von noch nicht 6000 Jahren aus. Aber wie jeder Mensch viele Monate älter ist, als sein Taufschein besagt, so wissen wir nunmehr mit unumstößlicher Gewißheit, daß das Menschengeschlecht sehr viel älter ist, als seine geschriebene Geschichte, und daß sein wirkliches Alter, welches sich auf nicht viel weniger als hunderttausend Jahre belaufen mag, wiederum nur ein letztes Blatt in der dicken Chronik der Erde bildet. Grade wie in der Völkergeschichte spricht man nunmehr in der Erdgeschichte von einer Ur- oder Primordial-Zeit, und von einer alten, mittleren, neueren und neuesten Zeit, die man auch als Primär-, Secundär-, Tertiär- und Quartenär-Epoche unterscheidet. Jeder einzelne dieser Abschnitte wird dann wieder, wie es die Historiker auch sonst gethan haben, in Unter-Abtheilungen zerlegt, und zwar gewöhnlich wiederum in eine ältere, mittlere und neuere Abtheilung jedes Zeitalters.

Unsere Künstler geben dem Zeitgott gar treffend die Sanduhr in die Hand, und eine ungeheure Sanduhr war es auch, welche die Geschichte der Erde maß. Jener langsamer oder schneller in den Urmeeren emporwachsende und zu Schlammbänken angehäufte Schutt, zum Theil auch die aufeinandergeschichteten Ueberreste und Ausscheidungen absterbender Meereswesen bildeten die Füllung dieser ungeheuren Sanduhr. Ein mittleres Maß ihrer Geschwindigkeit annehmend, würde man darnach das Alter der Erdschichten nach Jahrtausenden vielleicht annähernd bestimmen können, wenn die Sanduhr nicht oftmals umgedreht worden wäre, um sie mit demselben Sande weitermahlen zu lassen, denn für die jüngeren Schichten-

bildungen gaben immer nur zum Theil die älteren hochragenden Urgebirgs-Massen und neu hervorgebrochenen plutonischen Gesteine das Material her; der größere Theil wurde oftmals durch neue Zerstörung älterer Wasser- und Windbildungen geliefert. Für die Forschung zum Glück entging wenigstens hier und da ein Stück der älteren Bildung späteren zerstörenden Einflüssen in möglichst vollständiger Weise, und wenn wir die Höhe der als aufeinanderfolgend erkannten Schichten messen, so können wir eine freilich immer zu gering ausfallende Schätzung von der schlammanhäufenden Thätigkeit des Meeres in den einzelnen Zeiträumen gewinnen. Dabei ergiebt sich nun die überraschende Thatsache, daß von den einhundertunddreißigtausend Fußen, welche die Gesammtheit dieser Wasserbildungen erreicht, allein mehr als die Hälfte (siebzigtausend Fuß) für die Ur- oder Primordialzeit entfallen, die also vielleicht länger gedauert hat, als alle folgenden Epochen zusammengenommen, wenn man nicht eine Beschleunigung der damaligen Absatzbildungen durch stärkere Fluthen und andre Verhältnisse annehmen will. Es ist dies die Zeit, in welcher die laurentischen, cambrischen und silurischen Schichten abgelagert wurden.

Die verschiedenartigen Absatzbildungen dieser Epochen sind aber in keinem Falle von derselben Beschaffenheit geblieben, wie sie sich gebildet hatten, sondern alle durch nachträgliche Einflüsse mehr oder weniger verändert worden. Unter diesen umwandelnden Einflüssen haben wir zunächst der Wirkungen des Druckes und der innern Wärme, der Luft und des Wassers und endlich chemischer Einflüsse zu gedenken, die in Form von mineralischen Wässern oder Dämpfen auf dieselben einwirkten. Je nachdem eine oder mehrere dieser Ursachen kürzer oder andauernd auf die Absatzbildungen gewirkt haben, können die Umwandlungen derselben mehr oder weniger stark sein; im Allgemeinen, wenn auch durchaus nicht als ausnahmslose Regel, werden wir bei den ältesten Schichten die bedeutendsten Umwandlungen (Metamorphosen) erwarten müssen. Die allgemeinste dieser Veränderungen besteht aber darin, daß der ursprünglich weiche Schlamm des Absatzes sich wiederum in harten Fels verwandelt hat. Zum Theil geschah das durch den eigenen, oft zu gewaltigen Summen steigenden Druck der ungeheuren auflagernden Massen, zum Theil in Folge einer Verkittung der einzelnen Trümmer durch allmälig eindringende cementirende Flüssigkeiten. Hierher gehören namentlich die verschiedenartigen Schieferformationen, deren blätterige Beschaffenheit zum Theil auf dieselben Ursachen, wie ihre Festigkeit zurückzuführen ist. Zu dem Ende angestellte Versuche haben gezeigt, daß man feingeschlemmte Mineralmassen durch starken Druck in einer hydraulischen Presse nicht nur in eine harte, steinartige Masse, sondern auch in eine solche mit blättrigem Gefüge, wie die Schiefer es zeigen, verwandeln kann. Bei den Schiefern einer späteren Zeit, welche zahlreiche Einschlüsse organischer Wesen enthalten, kann man aus der Breitpressung der Formen

dieſer letzteren, wie Dan. Scharpe zuerſt bemerkt hat, beweiſen, daß wirklich nach ihrer Einlagerung eine derartige heftige Preſſung ſtattgefunden haben muß. Dieſelbe bleibt alſo erkennbar, auch wenn ſpätere Einwirkungen für den heutigen Beobachter die Maſſen wieder entfernt haben ſollten, welche den Druck ehemals ausgeübt haben.

Der Reichtum der älteren Schiefer an ausgeſchiedenen Glimmerplättchen iſt möglicherweiſe die Folge eines langſamen Kryſtalliſationsproceſſes in der Jahrhunderte hindurch mit Waſſer bedeckten und von demſelben durchdrungenen Maſſe. Zugleich konnte der aufgelöſte Kalk derſelben zur beſſeren Verkittung der Trümmer-Beſtandtheile beitragen. Ebenſo konnten Wäſſer mit anderem Mineralgehalte nachträgliche Veränderungen in der chemiſchen Zuſammenſetzung vieler Schichten hervorbringen, und ſo ſind wahrſcheinlich die Dolomitgebirge, deren ſpitze und zackige Formen ſo viel zur maleriſchen Schönheit der öſterreichiſchen Alpen beitragen, durch Einſickern magneſiahaltiger Gewäſſer in die Spalten der Kalkgebirge auf äußerſt allmälige Weiſe entſtanden; auf ähnliche Weiſe iſt der Kalk an manchen Orten in Gyps verwandelt, oder durch langſame Verweſung ſeiner organiſchen Einſchlüſſe mit bituminöſen Stoffen getränkt worden.

Als eine der wirkſamſten umwandelnden Urſachen iſt ferner die Wärme zu betrachten, ſei es die von einem feuerflüſſigen Innern ausſtrahlende, minder ſtarke, aber durch unendliche Zeiträume wirkende, oder die von ſogenannten Eruptivgeſteinen ausgehende Gluth, wenn dieſelben in Spalten der Abſatzſchichten emporgedrungen waren. Den letzteren Vorgängen, die wir ſogleich näher betrachten wollen, hat man in der Regel die Umwandlung einfach körniger Kalkmaſſen in glaſigen Marmor, und diejenige von Kohlenlagern in Cokſ u. ſ. w. zugeſchrieben, und in der That findet man derartige Umwandlungen nicht ſelten in der Nachbarſchaft eruptiver Geſteine. Allein in neuerer Zeit hat man darauf aufmerkſam gemacht, daß dies keineswegs immer der Fall iſt, und daß bei ſtarker Verwerfung von Schichten, wie ſie durch verſchiedene Urſachen hervorgebracht werden, wahrſcheinlich auch durch die innere Reibung der Maſſen ſo ſtarke Wärmegrade erzeugt werden, um jene beginnende Schmelzung einzuleiten, durch die man unter hohem Druck auch künſtlich Kalkſtein in marmorartige Maſſen umwandeln konnte.

Die feuerflüſſig emporquellenden Eruptivgeſteine, welche die Abſatzſchichten manchmal ſenkrecht durchbrechen, gehören nicht in dem Grade zu den alle frühere Ordnung umkehrenden Einflüſſen, wie man ſonſt wohl glaubte. Man nahm ehemals vielfach an, die Erdoberfläche habe in Folge ihrer Abkühlung und Zuſammenziehung Riſſe und Spalten bekommen, durch welche die feuerflüſſigen Geſteinsmaſſen des Inneren, jene horizontalen Abſatzſchichten hebend und gewaltſam zu Gebirgen aufthürmend emporgedrungen ſeien. Allein das unbefangenere Studium der Neuzeit ergab, daß in der Nähe der ſeit den älteſten Zeiten emporgedrungenen Feuergeſteine nur ganz ausnahmsweiſe ſo gewaltige Störungen und Ver-

prächtigen Art Gefäße schmückt, wie man sie in seinen Zeiten nur selten gesehen hatte. Auf einem Gastmahle, das er nach seinem Siege in Babylon gab, ließ dieser allgemein von ihm Geehrte seine Gäste nicht nur mit Gefäßen von Gold und Silber bedienen, sondern auch mit solchen, die mit Edelsteinen besetzt waren. Ja, er ließ sogar Gefäße, die ganz aus Edelsteinen bestanden, und solche, die mit Gold und Edelsteinen verziert waren, vor seinen Gäste aufstellen. Diese Gefäße waren zum Teil Geschenke der Könige, die sich ihm unterworfen hatten, zum Teil Beute, die er in den Schatzkammern der Könige gefunden hatte, die er besiegt hatte. Alexander, der sich als König für Asien betrachtete, hatte es vielleicht für

Kopf von Alexander d. Gr. Nach einer Münze in Bronze.

richtig empfunden, durch diesen Prunk seine Macht und Herrlichkeit zu zeigen. Wie dem auch sein mag, jedenfalls ist es ein Beweis für seine Großmut, daß er alle diese Gefäße, die er in Persien gefunden hatte, nicht für sich behielt, sondern sie seinen Freunden und Gästen schenkte. Ja, er ließ sogar die Gefäße, die er für seinen Gebrauch gefunden hatte, auf den Namen seiner Freunde stempeln, damit sie nicht in seinen Besitz übergingen. Als er einst in Susa einen Becher fand, der ihm besonders gefiel, ließ er den Namen seines Freundes Harpalus darauf stempeln. Als dieser ihn aber bat, ihm den Becher zu schenken, da sagte er ihm, daß er ihn nicht geschenkt, sondern nur geliehen habe. Harpalus, der sich an der Großmut seines Königs nicht genug ergötzen konnte, ließ sich

berge ſchnell entſtehen ſehen, und war dadurch zu der völlig irrigen, jetzt vielfach widerlegten Theorie geführt worden, es handle ſich dabei um eine blaſenförmige Auftreibung der Erdrinde mit ſtrahlenförmiger Erhebung der Schichten rings um den Punkt, oder zu beiden Seiten der Linie, gegen welche ſich die vulkaniſche Gewalt gerichtet.

Die Erſtarrungs- oder Eruptivgeſteine bieten ein entwicklungsgeſchichtliches Intereſſe nach zwei Richtungen, nämlich nach der phyſikaliſchen und nach der chemiſchen Seite. Während die Abſatzbildungen ſich immer wiederholen, ſind die Erſtarrungsgeſteine im Laufe der Zeiten fortlaufend andere geworden. Die älteſten ſind die Granit- und Quarz-Porphyre mit ihren Varietäten, die in der Regel als gewaltige Adern des Erdinnern oder als Gebirgskerne vorkommen, und ſich dadurch auszeichnen, daß ſich in ihnen

Fig. 38.
Augitgebilde im Pechſtein von Arran nach Zirkel.

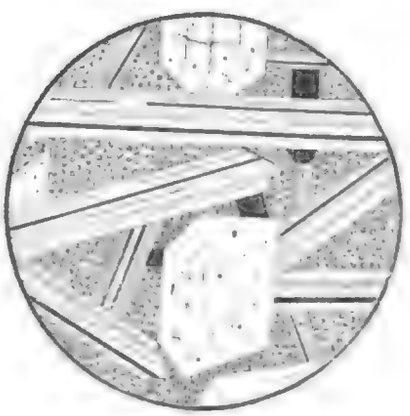


Fig. 39.
Durch Körnchen entglaſte Eruptivgeſteinsmaſſe.

die Beſtandteile meiſt in großen Kryſtallen ausgeſchieden haben. Es deutet dies auf einen langſameren Erſtarrungsproceß, der ſich ſeinerſeits durch die größere Wärme der viel ſtärker laſtenden Atmoſphäre der Urzeit und durch das häufige Vorkommen in abgeſchloſſenen Erdſpalten erklärt, wodurch die Abkühlung erheblich verlangſamt werden mußte. Chemiſch zeichnen ſie ſich vor ſpäteren Eruptivgeſteinen durch einen größeren Gehalt an Kieſelſäure und Thonerde aus, weshalb ſie Bunſen als Acidite bezeichnet hat.

Eine ähnliche Zuſammenſetzung, wie dieſe, wegen ihres häufigen Verborgenbleibens in der Erde auch Plutonite genannten Geſteine, zeigen nun auch eine Anzahl älterer Eruptivgeſteine, die ſich einen Ausfluß nach oben erzwungen, und dort in der oben angedeuteten Weiſe durch Ueberfließen der Mündung Kegelberge gebildet haben, weshalb ſie Vulkanite genannt werden. Zu dieſen vulkaniſchen Aciditen gehören die Trachyte, Phonolithe, Obſidiane u. ſ. w. Bei ihnen konnte, weil ſie unmittelbar an die Luft traten, ein ſchnelleres Erſtarren ſtattfinden und daher rührt ihr mehr gleichmäßiges Gefüge her, ja bei einzelnen, wie z. B. beim Obſidian,

eine glasartige Beschaffenheit. Wir wissen, daß sehr langsam abgekühlte Glasflüsse und Laven durch Krystallisation ihrer Bestandtheile undurchsichtig (entglast) werden. Immerhin bringt man es beim Versuch einer Nachahmung der Natur, durch welche aber viele Bestandtheile der Eruptivgesteine, z. B. zahlreiche Feldspatharten, bereits künstlich dargestellt wurden, nur zur Bildung kleinerer Krystalle, wie sie sich aber auch in der Natur finden und zeigen, wenn man aus schneller abgekühlten Eruptivgesteinen Dünnschliffe für das Mikroskop herstellt. Die vorstehenden Figuren (38 und 39) stellen derartige Krystallbildungen in Dünnschliffen dar, wie sie die mikroskopische Geologie in neuerer Zeit vielfach zum Studium benützt, um die Verhältnisse ihrer Bildung zu enträthseln. Sehr merkwürdig sind die namentlich in ältern Eruptivgesteinen eingeschlossenen Flüssigkeitströpfchen, welche sich häufig als aus flüssiger Kohlensäure bestehend ausgewiesen haben, und anzudeuten scheinen, daß die Erstarrung unter einem sehr hohen Druck stattgefunden haben müsse. Die Atmosphäre der Erde war damals viel ausgedehnter und reicher an Kohlensäure als heute, da die Kohlensäure erst später durch organische und Verwitterungsprocesse mehr und mehr gebunden und zerlegt worden ist, und wahrscheinlich enthielt die damalige Atmosphäre auch wegen ihrer höheren Temperatur größere Wasserdampfmengen.

Die in späteren Zeiten aus dem Erdinnern hervorgetretenen Eruptivgesteine und zwar sowohl die plutonischen, zu denen die Grünsteine, Porphyrite, Trappe und Syenite als Hauptgruppen zählen, wie auch die vulkanischen Laven, die zu der Gruppe der Basalte gehören, zeichnen sich durch einen etwas geringeren Gehalt an Kieselsäure (Quarz) und Thonerde aus, während ihr Gehalt an Eisen, Kalk und Magnesia zugenommen hat, weshalb sie Bunsen zum Unterschiede von den Aciditen: Basite genannt hat. Man hat sich diese Unterschiede so erklärt, daß man meinte, in der feuerflüssigen Erdkugel seien die Stoffe nach ihrer specifischen Schwere angeordnet gewesen, so daß die äußern und obern Theile vorwiegend an Kieselsäure und Thonerde reich waren, die mithin zur Bildung der Erstarrungskruste und der ältesten Eruptivgesteine das Hauptmaterial bieten mußten. Die jüngeren Eruptivgesteine kämen aus größeren Tiefen und seien deshalb eisenreicher und dunkler gefärbt. Diese Erklärungsweise klingt wohl recht verführerisch und mag auch nicht völlig ohne Berechtigung sein; indessen muß bemerkt werden, daß jene Unterscheidung der ältern und jüngern Eruptivgesteine in Acidite und Basite wohl im Allgemeinen, aber nicht in jedem einzelnen Falle zutreffend ist; es hat nämlich, wenn auch selten, in älteren Zeiten Basit- und in jüngeren Acidit-Eruptionen gegeben, so daß es sich hier, wie in sehr vielen Dingen, um eine Regel mit Ausnahmen handelt. Diese Ausnahmen können aber möglicherweise durch Zufälligkeiten hervorgebracht werden, so z. B. in dem Falle der älteren Basite durch tiefere Eruptionsherde, und in dem umgekehrten Falle durch Eröffnen

bisher unerschöpfter oder durch vulkanisches Einschmelzen neu gebildeter Aciditflüsse.

Höchst merkwürdig ist an den jüngern Basalten und Laven ihre chemische Uebereinstimmung mit den Hauptbestandtheilen der Meteorsteine, so daß wir dadurch eine Idee von der quantitativen Zusammensetzung des Urnebels erhalten, aus dem sich sowohl die Erde als die Meteoriten gebildet haben. Denn da sich das Hauptmaterial der Acidite im Erdinnern erschöpft zu haben scheint, und der weitaus größere Theil der neueren Ausbrüche den Bestandtheilen der Meteormassen nähert, so sehen wir, daß der Reichthum der Erde an Kiesel und Thon, wie er uns bei einem oberflächlichen Umblicke erscheint, doch nicht so ins Gewicht fällt, wie der an Metallen, worauf auch die Ermittelung des specifischen Gewichtes der Erde bereits hingedeutet hatte. In der Regel mögen uns die eruptiven Gesteine die Erze, welche die sogenannten Gänge und Spalten erfüllen, aus dem Erdinnern mit emporgebracht haben, sei es in Gestalt metallischer Dämpfe, die sich unterwegs verdichteten, oder, was der häufigere Fall sein dürfte, in ihrer Masse selbst, aus der sie dann durch mannigfache Verwitterungs-, chemische und Auslaugungs-Prozesse in erzreicherer Form ausgeschieden wurden, wie denn z. B. Zinngänge nur in zinnhaltigem Muttergestein u. s. w. gefunden werden.

Was die Vulkane im irdischen Haushalt bedeuten, und ob ihnen eine wesentliche Rolle im Entwicklungsgange der Erde zukommt, diese Fragen bilden noch immer einen Zankapfel der Geologen und Physiker. In älteren Zeiten und noch unter der Herrschaft der Werner'schen Schule bis zum Anfange unsres Jahrhunderts war man geneigt, die vulkanischen Erscheinungen für Vorgänge, die lediglich in der äußeren Rinde der Erde ihren Schauplatz hätten, anzusehen. In den obern Schichten verlaufende Schwefel- und Kohlenbrände, chemische Reaktionen und dergleichen sollten die rein örtlichen Veranlassungen bieten. Als dann aber Leopold von Buch und Humboldt mit weiterem Blicke die Erderscheinungen vom Gesichtspunkte der Kant-Laplace'schen Theorie zusammenfaßten, dabei die Erscheinungen der in der Tiefe regelmäßig zunehmenden Erdwärme, der heißen Quellen und Geysire, der Erdbeben und Eruptionen Rechnung trugen, begann man die vulkanischen Erscheinungen als Reaktionen des noch flüssigen Erdinnern gegen die schon erkaltete Kruste, und die Vulkane selbst als Sicherheitsventile gegen ein Bersten und Zersprengen schwächerer Stellen anzusehen. Man wies auf die Vertheilung der Vulkane über die Erdoberfläche hin, betonte, daß die meisten in der Nähe des Meeres liegen, nahm ein Herabsinken der Feuchtigkeit durch tiefe Spalten bis zum „Centralfeuer" als wahrscheinliche Ursache der explosionsartigen Natur mancher Ausbrüche an, weil dort, wo das Wasser den glühenden Kern berühre, mächtige Dampfentwicklungen stattfinden müßten, deren Ausbruch die Erde erschüttern, die losen Sande und Steine der Oberflächen, Schichten,

theils im halbangeschmolzenen Zustande (Lapilli und sogenannte Bomben) emporschleudern, und dann Theile des flüssigen Erdinhalts als Laven emporpressen sollten. Aus diesem Gesammtbilde, welches den Pluto in einem immer wieder erneuerten Kampfe mit dem Neptun darstellt, schieden zunächst die angeblich blasenförmigen Auftreibungen der Rinde, von denen schon die Rede war, da sich die Krater lediglich als Aufhäufungen von vulkanischer Asche und Laven um die Ausbruchsöffnung erkennen ließen, ebenso mannigfache Formen von Erdbeben, die sich als Folgen der Störungen in der Gleichgewichtslage der tektonischen Verhältnisse darstellten, wenn z. B. vom kalten Wasser oder durch heiße Quellen ausgewaschene Hohlräume der Erdrinde zusammenstürzen, und es wurde mehr und mehr ein Rückzug zur alten Annahme einer mehr oberflächlichen und örtlichen Natur der Vulkane angetreten. Nach Mallet sollte durch die fortschreitende Zusammenziehung des Erdmantels mechanische Kraft in Wärme umgesetzt werden, welche durch die an einzelnen Stellen besonders stark hervortretende Spannung und begünstigt durch chemische Processe, die Gesteine einschmelzen und an einzelnen undichten Stellen durch Klüfte empordrängen sollten. Für den begränzten Spielraum solcher Erscheinungen, spräche das Vorhandensein häufiger, völlig zur Ruhe gekommener vulkanischer Gebiete, wie in Europa die der Eifel und Auvergne, deren heute mit Wasser gefüllte Krater melancholische Rundseen (Maare) auf denselben Gipfeln bilden, von denen früher glühende Laven geflossen.

Dem letzteren Beweisgrunde für die locale und oberflächliche Natur der Vulkane hält aber das durch Jahrhunderte und Jahrtausende andauernde Fortbestehen anderer Vulkane, wie des Aetna, Vesuv, Stromboli, Hekla u. s. w. das Gegengewicht und man kann folgerichtig nur sagen, daß an einzelnen Stellen sich tief hinabreichende Klüfte oder Schlote der Erdrinde eröffnet haben, durch die lavaartige geschmolzene Massen, entweder beständig an die Oberfläche treten, wie in dem Feuersee des Kilauea-Kraters auf Hawai, oder in Pausen (Ausbrüchen) der meisten Vulkane, sobald eine Entlastung des für gewöhnlich auf ihnen lagernden Druckes vorübergehend eintritt. Ob bei dieser zeitweisen Ueberwindung des Erd-, Wasser- und Luft-Druckes Gestirn-Constellationen eine befreiende Rolle spielen, wie die Theorien von Perrey und Falb annahmen, die ursprünglich von einer förmlichen Ebbe und Fluth des flüssigen Erdinnern ausgingen, sich aber nach und nach auf eine Ebbe und Fluth des Atmosphärendruckes haben herabhandeln lassen, ist nicht eben wahrscheinlich, statistische Vergleichungen, wie sie noch kürzlich von Semmola (1895—97) ausgeführt wurden, ließen keinen merklichen Zusammenhang zwischen Vesuvausbrüchen und Springfluth-Constellationen erkennen. Eine unmittelbare Untersuchung der Zustände in den Schlöten, wie sie Empedokles zu seinem Verderben angestrebt haben soll, ist selbst in den Zwischenzeiten verhältnißmäßiger Ruhe ausgeschlossen, wir können uns zur Beur-

theilung faſt nur an die Auswurfsſtoffe der Vulkane ſelbſt halten, unter denen die Laven die wichtigſten ſind.

Während man früher wohl die Lava einfach für geſchmolzenes Geſtein oder kurzweg für einen heraufquellenden Strom der feuerflüſſigen Erdfüllung hielt, obſchon die Möglichkeit ihrer Dünnflüſſigkeit aus phyſikaliſchen Gründen von andern Phyſikern beanſtandet wurde, zeigte die genauere Betrachtung, daß die gluthflüſſige, über 2000° heiße Lava urſprünglich ein flüſſiges Gemenge (Magma) von geſchmolzenen Mineralſtoffen mit Waſſerdampf und verſchiedenen Gaſen, welche durch den in der Tiefe herrſchenden Druck, in der Mineralmaſſe, die ſie verdünnen, gefangen

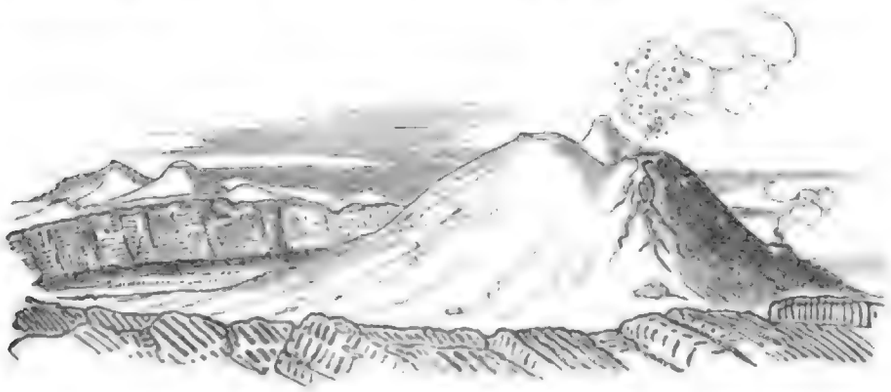


Fig. 40.
Der Vulkan von Bourbon nach Scrope.

gehalten werden, darſtellt. Sobald der Druck nachläßt, befreien ſich dieſe Gaſe und Dämpfe, treiben die Lava in den Kraterſchlöten empor, und bewirken das feurige Sieden derſelben, die Bildung eines Steinſchaumes (Bimsſtein) und das Herausſchleudern der theilweiſe in ein feines Mineralpulver verwandelten Schaummaſſen und Verbrennungsproducte als ſogenannte vulkaniſche Aſche, gleichzeitig mit den angeſchmolzenen Steinen (Lapilli und vulkaniſchen Bomben) der Schlotwände. In manchen Vulkanen wird ein der Glaswolle analoges Geſpinnſt, welches auf Hawaï als Pele's Haar, das Haar der im Krater thronenden und rumorenden Göttin Pele bezeichnet wird, erzeugt und ausgeworfen.

Die Vulkane ſpeien in Perioden, die den allmälig nach jedem Ausbruche wieder anwachſenden Spannungen der Tiefe entſprechen, aber hier, wo erſtarrte feſte Maſſen den Ausweg ſperren, meiſt nicht ſo regelmäßig ausfallen, wie bei den Geyſiren, wo eine hohe Waſſerſäule, dem unten durch vulkaniſche Wärmezuführung überhitzten Quell-Waſſer ſo lange das Gleichgewicht hält, bis die Spannkraft der zurückgehaltenen Dämpfe dieſen Druck überwindet. In Vulkanen, die durch ihre eigenen Auswürflinge längere Zeit feſt verſtopft gehalten wurden, äußert ſich die Befreiung der Dämpfe in gewaltigen Exploſionen, die zu einer in die Luft Sprengung (ſogenannten Ausblaſung) des alten Kraters führen, von dem dann nur

ach St. Stephanus! Ich bin ein Lucifer, ich bin ein Ketzer Kind! Ich bin ein Kind der Hölle, und ich will in sie hin! Ich will hin zu meinem Vater, zu meinem Bruder, zu meinen Schwestern, zu meinen Freunden, zu meinen Verwandten, ich will hin zu all den Meinigen! Ich will hin zu meinem Lucifer, ich will hin zu meinem Gott! Ich will hin zu meinem Gott, ich will hin zu meinem Gott! Ich will hin zu meinem Gott, ich will hin zu meinem Gott! Ich will hin zu meinem Gott

Eine Epoche macht auch der Augenblick, wo man endlich weiß, wo man ist.

Dann war schließlich Rom da, wo man bei Tage schlief, um nachts in seinen Straßen herumzuirren, wo man sich in Trattorien an Tischen niederließ, an denen schon Goethe gesessen hatte, wo man sich in Osterien mit Leuten zusammensetzte, die Garibaldi gekannt hatten, wo man Gelegenheit hatte, Menschen zu beobachten, die man sonst nur in Romanen kennt, wo Bettelvolk, das seine Kinder, Krüppel, die sich selbst, Blinde, die sich gegenseitig führen, mit Geschrei, Gebärden und Gesten, die an Pantomime erinnern, um Almosen bettelt, wo Fremde, die sich

Aus der Kapitale bei Rom.

nur schwer einen Weg durch die Menge bahnen können, Uhren, Ketten, Ringe, Photographien, Ansichtskarten, Bücher, Zeitungen, Blumen, Früchte und alles mögliche anbieten, wo Droschken, Omnibusse, Equipagen, Reiter, Fußgänger, Soldaten, Priester, Mönche, Nonnen, Bettler, Gaukler, Taschendiebe, Schwindler, Spitzbuben, Huren, Zuhälter, Kinder, Greise, Männer, Frauen, Tiere, Pferde, Esel, Hunde, Katzen, Ratten, Mäuse, Flöhe, Wanzen, Läuse, Fliegen, Mücken, Bremsen, Schnaken, Moskitos, Gelsen, Skorpione, Tarantulen, Schlangen, Eidechsen, Frösche, Kröten, Molche, Würmer, Bakterien, Mikroben, Pilze, Schimmel, Fäulnis, Verwesung, Tod, Leben, Gesundheit, Krankheit, Seuchen, Fieber, Malaria, Cholera, Typhus, Pocken, Pest, Gelbfieber, Lepra, Aussatz, Syphilis, Tripper, Weichselzopf, Rachitis, Skrofulose, Tuberkulose, Krebs, Wassersucht, Schwindsucht, Auszehrung, Abzehrung, Abmagerung, Verdauungsstörungen, Durchfall, Ruhr, Hämorrhoiden, Gicht, Rheumatismus, Ischias, Hexenschuß, Kopfweh, Zahnweh, Ohrenweh, Augenweh, Halsweh, Bauchweh, Leibweh, Seitenstechen, Herzklopfen, Ohnmachten, Krämpfe, Zuckungen, Schwindel, Taumel, Rausch, Delirium tremens, Wahnsinn, Irrsinn, Tollheit, Raserei, Tobsucht, Blödsinn, Idiotismus, Kretinismus, Epilepsie, Veitstanz, Hysterie, Hypochondrie, Melancholie, Schwermut, Trübsinn, Verzweiflung, Selbstmord, Mord, Totschlag, Meuchelmord, Giftmord, Kindesmord, Brudermord, Vatermord, Muttermord, Gattenmord, Weibermord, Kindermord, Massenmord, Hinrichtung, Guillotine, Galgen, Strang, Schafott, Richtstätte, Scharfrichter, Henker, Folterknecht, Kerker, Gefängnis, Zuchthaus, Strafhaus, Arbeitshaus, Irrenhaus, Tollhaus, Narrenhaus, Irrenanstalt, Irrenhospital, Irrenspital, Irrenklinik, Irrenheilanstalt, Irrenpflegeanstalt, Irrenversorgungsanstalt, Irrenasyl, Irrenpflegeasyl, Irrenversorgungsasyl, Irrenheilasyl, Irrenpflegehaus, Irrenversorgungshaus, Irrenheilhaus, Irrenpflegeheim, Irrenversorgungsheim, Irrenheilheim, Irrenpflegestätte, Irrenversorgungsstätte, Irrenheilstätte, Irrenpflegeanstalt, Irrenversorgungsanstalt, Irrenheilanstalt

Basalt-Landschaft von Kurû Serâï bei Boyabâd.
(Nach Aufnahme von G. von Prittwitz 1893)

Digitized by Google

Robert Delaunay, *La Ville de Paris*, 1910–12
Musée National d'Art Moderne, Paris

ſtein hat ſich in drei bis neunſeitige Säulen gegliedert, die ſenkrecht zur Abkühlungsfläche zu ſtehen pflegen, und häufig äußerſt maleriſche Felsbildungen erzeugt haben. Die meerumſpülte Fingalshöhle auf Staffa und der ſogen. Rieſendamm von Antrim (Irland) ſind nächſt den Orgelpfeifenbergen der Rheinufer und der ſächſiſchen Schweiz die bekannteſten Vorkommniſſe; eine der ſchönſten Baſaltlandſchaften, von der wir zwei Tafeln beifügen können, iſt in den letzten Jahren von deutſchen Offizieren (Kannenberg, von Prittwitz, v. Flottwell) bei Kurû Serâï unweit Boyabad (Paphlagonien) entdeckt worden. Manchmal erheben ſich Baſaltfelſen ſenkrecht wie Pyramiden im Thale, z. B. der ſogenannte Nadelfelſen (Rocher d'Aiguille) bei Puy en Velay, der ſich bei nur 170 m Baſisumfang 96 m hoch im Bornethale ſteil erhebt und ſeit 965 eine Michaelskapelle auf ſeinem Gipfel trägt. Solche Vorkommniſſe ſind vermuthlich als ehemalige Krater-Ausfüllungen zu deuten, von denen der Aſchenmantel abgewittert und nur der Kern ſtehen geblieben iſt; die Säulen ſtehen darin mitunter wie die Hölzer eines Meilers oder ſtrahlig um einen Mittelpunkt gruppirt. Nicht ſelten ſind auch die Säulen durch regelmäßige Quertheilungen weiter zerklüftet, wie in der Käſegrotte bei Bertrich an der Moſel (Fig. 42) oder die Abſonderung war von Anfang an eine fugliche oder ſchalige. Durch Trocknung ſich zuſammenziehende Breimaſſen, wie z. B. Kartoffelſtärke bieten ähnliche Zerklüftungserſcheinungen.

Die Vulkane ſowie die heißen Quellen und Geyſire, die ſich in ihrer Nachbarſchaft, oder auf den Stätten ehemaliger vulkaniſcher Thätigkeit finden, entziehen durch ihre Eruptionen, Ausflüſſe und Gasausſtrömungen dem Erdkörper im beſchleunigten Tempo die innere Wärme, welche durch bloße Leitung nach der Oberfläche und Ausſtrahlung von dort in den Weltraum viel langſamer verloren gegangen ſein würde, ebenſo wie auch die Meeresbecken von Anfang an ſtark abkühlend, verdichtend und ſenkend auf ihren Unterboden gewirkt haben mögen. Als die wahrſcheinliche Folge dieſer mit vereinten Kräften bewirkten Wärme-Entziehung haben wir die Erhebung der Gebirgsketten zu betrachten. Der heiße Erdkern wurde durch die unausgeſetzten Wärme- und Stoffausgaben natürlich allmälig kleiner und damit mußte das ihn anfangs knapp umſchließende Gewand der Erdrinde im ſelben Maßſtabe zu weit für ihn werden, ſtellenweiſe nachſinken und ſich in Falten legen. Man hat früher die Gebirge für durch vulkaniſche Gewalt gehobene Schichtenketten gehalten, allein ein genaueres Studium der Alpen und Apenninen hat mit Sicherheit ergeben, daß wenigſtens dieſe Gebirge nicht plötzlich, ſondern allmälig erhoben worden ſind, durch unwiderſtehliche, aber langſam wirkende Gewalten. Das Alpenland erhob ſich zwar ſchon in früheren Epochen zeitweiſe über dem Meeresſpiegel, aber die Haupt-Erhebung geſchah erſt, wie die mitgehobenen Abſatzſchichten beweiſen, in der Mitte der Tertiärzeit, diejenige der Apenninen noch bedeutend ſpäter. Schon Elie de Beaumont ſah

die Gebirgserhebungen theilweise als Folgen einer horizontalen Zusammenschiebung der Erdrinde beim Schrumpfen des Erdkernes an, und in neuerer Zeit haben Mallet, Dana, Suess, Runge, Heim und andere Geologen die Beweise dafür geliefert; auch hat man diese Erscheinungen künstlich nachgeahmt, indem man einen aufgeblasenen Kautschukballon in geschmolzenes Wachs tauchte, und sich nach dem Erkalten durch langsames Ausströmen der Luft zusammenziehen ließ, wobei sich das Wachs zu Kettengebirgen aufbäumt.

Die Runzeln im „Antlitz der Erde" sind also gutentheils Jugendmerkmale, die Zeichen einer beständigen Verjüngung von innen aus und erst wenn die inneren Kräfte der Erde vollständig zum Stillstand gekommen sein werden, wird es keine neuen Gebirgserhebungen mehr geben. Dabei mögen Aufquellungen der Unterschichten durch Erwärmung und chemische Veränderungen ihrer Struktur, sowie andere Kraftentwicklungen häufig mitgewirkt haben, als vornehmste Ursache der wundersamsten Aus- und Einbiegungen vordem horizontalgelagerter Schichten, bei denen oft des Unterste zu oberst gekehrt (dislocirt) ist, wird aber der horizontale und tangentiale Druck bestehen bleiben, dessen Wirkungen im Einzelfalle oft erst durch genaues Verfolgen der in Durchschnitten aufgeschlossenen Schichten enträthselt werden können. Denn oft ist meilenweit der Kamm einer Falte „überkippt" und die Schichten folgen dann von unten nach oben erst in umgekehrter Reihe und dann im obern Schenkel der Falte wieder in richtiger Folge. Wir können hier den Möglichkeiten der Verwerfungen im Dislokations-Gebirge nicht weiter folgen und nur sagen, daß sich die vorkommenden Fälle nach der neuen Anschauung viel leichter verstehen lassen, als nach der alten plutonischen oder vulkanischen Hebungstheorie.

In den meisten eigentlichen Gebirgsländern sieht man demnach auch die ursprünglich vollkommen horizontal abgelagerten Sedimentschichten mehr oder weniger steil erhoben und zwar, wie es nach der obigen Theorie der Fall sein muß, erfuhren die älteren Schichten meist eine steilere Faltung als die jüngeren. Die krystallinischen Gesteine der Alpen sind allermeist bis zur nahezu senkrechten Stellung aufgerichtet; die mächtigen Schichtensysteme der rheinischen Uebergangsformation stehen selten unter 45°, die Steinkohlen liegen in starken Falten, nur die jüngsten Schichten seit der Kreidezeit finden sich in einer mehr der ursprünglichen, horizontalen Lagerung aller Sedimentschichten näher kommenden Lage. Aber erst die neuern Untersuchungen von Heim haben es zur Gewißheit erhoben, daß auch die ältesten Erstarrungsgesteine der Alpen, welche den Gebirgskern bilden, und die man früher als die hebende Masse ansah, ebenso passiv an der Faltung Theil genommen haben, wie die darüberlagernden Wasserabsatzschichten. Unter dem ungeheuren Drucke der darüberlagernden Massen hat sich diese langsame Faltung theilweise ohne Bruch vollzogen, und zuweilen sieht man Versteinerungen, die längst vor der Faltung erhärtet

waren; langgestreckt und gebogen, als ob sie aus bildsamer Masse bestanden hätten. An andern Stellen, namentlich in den obern Schichten, denen ein theilweises Ausweichen möglich war, haben sich Zerreißungen, Verwerfungen und Ueberschiebungen der Schichten vollzogen, die das bunteste Bild bieten, den Aerger des Bergmannes ausmachen und den Scharfsinn des Forschers herausfordern. Wahrscheinlich hat dieser unter dem ungeheuren Drucke des Gewölbeschubes stattfindende Vorgang im inneren Gestein mitunter Wärmewirkungen erzeugt, welche Gesteinsmetamorphosen erzeugten, wenn derselbe dagegen zu großartigen Verwerfungen und Brüchen führt, so mag dies mitunter die Erscheinung hervorbringen, die wir als Erdbeben bezeichnen, und in diesem Sinne hat E. Duncker die Erdbeben als Phasen in den regelmäßigen Entwicklungsgang der Erde einzureihen gesucht, obwohl dabei nicht vergessen werden darf, daß es auch Erdbeben aus ganz andern Ursachen, z. B. in Folge von Einstürzen ausgedehnter unterirdischer Hohlräume, die durch allmälige Auswaschungen entstehen, giebt. In Ländern mit sehr klüftigem Oberflächengestein würden solche ruckweisen Beschleunigungen des immerfort unwiderstehlich fortwirkenden Gewölbeschubes am häufigsten eintreten, während in anderen gleichmäßiger fundamentirten Gegenden die langsamen Hebungen und Senkungen der Meeresufer und Inseln die einzigen äußerlich sichtbar werdenden Merkzeichen des Vorganges blieben. Finden wir in der Umgebung stark gefalteter Schichten, die unter sich völlig oder annähernd gleichmäßige (konkordante) Neigungen und Richtungen zeigen, abweichend (diskordant) streichende, vielleicht wieder horizontal gelagerte Absätze, die also die Faltung nicht mitgemacht haben, so können wir in den meisten Fällen sicher sein, daß dies später gebildete, d. h. jüngere Schichten sein müssen, welche die von Falten gebildeten Vertiefungen ausfüllten.

Indem Heim die Alpen in Gedanken wieder ausglättete, hat er gefunden, daß ihre Erhebungen einem Zusammenschub der Erdrinde um ein drittel Procent entsprechen. Zählen wir die Faltung der übrigen von dem Centralalpenmeridian durchschnittenen Gebirge nach ihrem ungefähren Betrage dazu, so ergiebt sich eine Verkürzung des Erdumfanges um nicht ganz ein Procent! So erscheint uns ein ewiges Schwanken des Reliefs, der senkrechten Gliederung der Oberfläche, in dem allgemeinen Entwicklungsproceß der Erde gegeben, und kann nicht eher aufhören, als bis das Innere vollständig erkaltet ist, und die Zusammenziehung ihr Ende erreicht hat. Während des Zeitraums, in welchem der Erdhalbmesser sich um etwa fünfzigtausend Meter verkleinerte, hat der durchschnittliche Niveau-Unterschied von Meergrund und Festland mehr als zehn Mal in immer verschiedener Gruppirung Raum gefunden und die Bewohner derselben zu Wanderungen und zur Aufsuchung neuer Heimstätten gezwungen, deren neue Lebensbedingungen ihr Wesen und ihre Gestalt beträchtlich beeinflussen und ändern mußten. Welttheile, die heute von breiten Meeres-

ſtraßen getrennt werden, hingen in früheren Epochen zeitweiſe zuſammen, wie z. B. Aſien und Nordamerika, ſo daß Mammuthe, Pferde, Nashörner, Wiederkäuer u. ſ. w. im Norden hinüber und herüber wandern konnten, dagegen waren Nord- und Südamerika lange Zeit getrennt und der Iſthmus von Panama bildet erſt ſeit der jüngern Tertiärzeit eine nicht mehr abgebrochene Brücke zwiſchen beiden. Ebenſo hingen heute getrennte Inſelländer unter ſich und mit den Continenten zuſammen und ganze Continente ſind unter dem Meeresſpiegel verſchwunden. Die Thier- und Pflanzen-Geographie muß, wenn ſie die oft räthſelhafte Vertheilung der Weſen begreifen will, dieſe Veränderungen der vorweltlichen Reliefs mit aufmerkſamem Blicke zurückverfolgen; wir werden dazu in dieſem Buche, welches hauptſächlich die Schilderung der Lebensentwicklung zur Aufgabe hat, nicht den Raum haben. Nur auf den wunderbaren Erfolg müſſen wir kurz hinweiſen. Es kann kein Zweifel darüber ſein, daß die Nöthigung der wandernden Geſchöpfe ſich neuen Bedingungen anzupaſſen, die Leiſtungsfähigkeit derſelben beſtändig ſteigern mußte, ſo daß alſo die einfache Zuſammenziehung des Erddurchmeſſers, indem ſie fortwährend die Gruppirung von Land und Meer änderte, die Entwicklung der Lebeweſen zu höheren Formen ähnlich fördern konnte, wie die Bewohner eines reich gegliederten Landes, wie z. B. Griechenlands oder Italiens, durch daſſelbe am früheſten zu hohen Culturſtufen befördert worden ſind.

Wir begreifen nach alledem leicht, warum überall der Kern der Kettengebirge, das ſogenannte Centralmaſſiv, aus Granit, oder den älteſten Abſatzbildungen (Gneiß oder Glimmerſchiefer) beſteht, und durch Abwitterung oben als Gipfel hervortreten muß, warum man beim Aufſteigen zu den Gebirgsſpitzen, von den jüngſten Neubildungen beginnend, deren Material die Verwitterung und Bloslegung der Gipfel lieferte, dieſelben älteren Sedimentformationen in derſelben Reihenfolge durchwandern muß, die man bei einer Bohrung unten im Thale in großen Tiefen untereinander finden würde. Indem vorzugsweiſe der Kamm der großen Erdfalte abwitterte, traten dort die zuſammenſetzenden Schichten nach einander zu Tage, und der Verwitterungsproceß mag dadurch eingeleitet worden ſein, daß hier an der ſtärkſten Biegungsſtelle faſt regelmäßig ein Aufbrechen der Schichten eingetreten war, ein Umſtand, der auch die zuweilen vorkommenden Kraterbildungen auf Kettengebirgen (Anden) erläutert. Die an den Gebirgshäuptern ſich vorzugsweiſe verdichtende Luftfeuchtigkeit förderte dann jenen Verwitterungsproceß, der das Spitzenrelief viel ſtärker ausfeilte, als es im Entſtehen hervortrat, und ſo den Urcharakter der Falte zerſtörte.

Waſſer und Luft im ruhenden und bewegten Zuſtande ſind es, die beſtändig dahin wirken, die runzlich gewordene Erdoberfläche wieder einzuebnen, und die durch Faltung, Korallenbau und vulkaniſche Kräfte geſchaffenen Berge und Gebirge wieder abzutragen. Dieſe Abtragung der Oberfläche und Entblößung (Denudation) der tieferen Schichten erfolgt in

mannigfacher Weise einmal durch die bloße chemische Einwirkung der Luft, welche die Gesteine oxydirt, erweicht und gleichsam zerfrißt (die eigentliche Verwitterung) und durch die auflösenden Kräfte des Wassers, welche gewisse Bestandtheile der Felsen herauslösen, namentlich schnell, wenn es Kohlensäure enthält, und dadurch die alkalischen Erden löslich macht (Erosion). Wärme und Kälte unterstützen diese Wirkungen. Der starke Temperaturwechsel zwischen Tag und Nacht, bringt die Gesteine, namentlich in heißen Wüstenstrichen zum Zerspringen, das Wasser dringt in feine Risse der Gesteine und zersprengt dieselben durch seine Ausdehnung, wenn Frost eintritt. Auch die Pflanzendecke und im geringeren Maße selbst das Thierleben trägt zur Zerstörung der oft in Jahrtausenden erhärteten Felsen bei, wenn dieselben durch Faltung an die Oberfläche gebracht und durch Denudation frei gelegt werden. Wind und Wasser schaffen den so gebildeten Schutt ins Thal und arbeiten dahin, Meere und Tiefebenen wieder auszufüllen.

Daß auch der Wind aus dem feinzertheilten Verwitterungsstaub und Schutt ganze Formationen neu erzeugt, ist erst in jüngster Zeit recht klar geworden, wenn man natürlich auch die Dünen der Wüsten und Meeresufer, die Tuffe, welche aus verwehter vulkanischer Asche entstehen, stets als solche Windbildungen (äolische oder subaërische Formationen) betrachtet hat, und neuerdings hat Richthofen wahrscheinlich gemacht, daß die Lößschichten, welche vielfach z. B. in China, weite Thäler und Ebenen bedecken, im Wesentlichen äolische Bildungen sind. Die bewegte Luft und das bewegte Wasser verbünden sich aber mit den von ihnen fortgeführten festen Stoffen (Sandkörnern und Gesteinstrümmern) zu verstärkter mechanischer Wirkung, die eine wirkliche Abschleifung und Ausfurchung (Korrasion) der Felsen und Gesteine bewirken, indem der Wind gleich dem Sandblasstrom der Glasschleifereien die Oberfläche der Felsen wegnimmt, und der Wasserlauf seine Betten und Ufer ausschleift. Die Gebirgsgipfel, welche die Luftfeuchtigkeit verdichten und in Schnee und Eismassen auffammeln, schaffen sich selbst die Werkzeuge, welche sie abrasiren; sie schleifen das Schwert, dem ihr Haupt fallen wird, nachdem es vorher zu spitzen Hörnern und Graten zertheilt wurde.

Mit des Unthieres Gewalt stürzt das im Winter dort oben gefesselte Wasser in den warmen Monaten zu Thal, den Schutt und die losgelösten Trümmer hinabführend, und sich tiefe Schwemmbahnen, Runsen genannt, auswühlend. Mit einem weiten amphitheatralischen Bogen (Circus) in der Nähe der Gipfel beginnend, verengern sich die Auswaschungsthäler der Gebirge nach dem Fuße zu immer mehr und schließlich tritt das Gebirgswasser wohl durch eine enge Spalte, eine tiefe Kluft in's Thal hinab. Drachen (Dracs) nennt man in der Schweiz, in Frankreich und andern Ländern solche in gewundenen Schluchten herabstürzenden Gebirgswässer. Mit Hülfe der fortbewegten Trümmer zerfeilt es langsam den härtesten

Fels und höhlt sich Bahnen aus, die oft wie mit dem Meißel im harten Gestein eingeschnitten sind, die bekannten Klammen der Gebirge. So würde das Wasser zuletzt die ganze Erdoberfläche in eine holländische Landschaft verwandeln, wenn die Zusammenziehung des Kernes letzterer nicht immer neue Falten, und ihm neues Arbeitsmaterial verschaffte. Andererseits trägt es selbst mit seinen eben geschilderten auswühlenden und ausfeilenden Wirkungen dazu bei, das Relief der Erde zu vermannigfachen, den Falten des Erdantlitzes die feinen Runzeln hinzuzufügen, welche ihm den verwitterten Anblick des ehrwürdigen Alters verleihen. Hierbei geschieht es dann wohl, daß sich der regelmäßige Verlauf der Dinge auch einmal scheinbar umkehrt, daß sich Luft und Wasser statt niederzureißen, gelegentlich als Baumeister bewähren und ihrerseits Berg- und Gebirgsländer von majestätischem Anblick aufbauen, indem sie nämlich einzelne Theile eines früher eine Hochebene bildenden Landes als Berge oder Steilwände stehen lassen. Ein klassisches Gebiet und lehrreiches Beispiel für die Herausmeißelung eines Berglandes aus Absatzschichten, die vorher eine Hochebene bildeten, bietet die sogenannte Plateau-Provinz der Vereinigten Staaten Nordamerikas. Sie umfaßt Theile von Utah, Colorado und Arizona und bildet das Entwässerungsgebiet des Coloradostromes und seiner Nebenflüsse, welche im Norden vom Wasatch- und Uintahgebirge, im Osten von den Felsengebirgen begrenzt wird. Es ist ein hier und da bewaldetes Hochplateau, welches aufgebaut wurde von noch jetzt viele Meilen weit beinahe horizontal gebliebenen Schichten fast aller Hauptformationen, denn entweder unmittelbar dem Gneißgebirge aufgelagert, oder mit Unterlagerung von Silur- und Devonschichten, folgen wie ein großes geologisches Profil in ununterbrochener Reihenfolge Schichten der Kohlenformation, des Perm, der Trias, Jura, Kreide, des Eocän, Miocän, und Pliocän auf einander. Das Gebiet ist erst Sumpfland, dann Meer und wieder Sumpf- und Seeboden gewesen, ehe es in Folge allmäliger Hebung, wenn nicht zur Wüste, so doch zum regenarmen, unfruchtbaren Lande (Badland) wurde, woselbst es nur im Mai und December einige stärkere Regengüsse giebt, während sonst ein beständiger blauer Himmel über dieser Wildniß lacht.

Aus diesen übereinander gelagerten horizontalen Schichtgesteinen haben nun Bruchbildung, Verwitterung und Jahrtausende fortdauernde Ausnagung (Erosion und Korrasion) durch fließendes Wasser eine Menge flacher großer Terrassen und Plattformen heraus geschnitten, deren Abfälle in gewundenen Linien allenthalben viele Meilen weit dahinstreichen, Gebirgstreppen, bei denen eine einzige Stufe zuweilen tausend Meter senkrecht zu einer neuen Ebene herabfällt. Meist aber unterscheidet man, wo sich ein weiter Ausblick aufthut, unzählige horizontale Linien und Gesimse, die sich in lebhaften Farben über die Wände oder in kleineren Absätzen abfallende Terrassen abzeichnen, zahllose enge, verzweigte Schluchten

mit unersteigbaren Wänden, die nach einem spanischen Worte Cañons genannt werden, führen, einen großen Theil des Jahres wasserlos, ihre Winterwässer der Hauptflußader dieses Gebietes, dem Coloradofluſſe (siehe die Tafel) zu, welcher das Herz der Plateau-Provinz durchströmt. An Stellen, wo man ein größeres Stück dieser erst in der Tertiärzeit begonnenen Ausfurchungsarbeit der Jahrtausende, die durch das Wüstenklima und das Fehlen der Vegetation an den Abhängen in aller Schärfe stehen bleibt überschauen kann, ist der Anblick oft ein überwältigender, wie die begeisterten Schilderungen von Major Powell und Kapitän Dutton, den ersten Erforschern dieser Wunder, erkennen lassen.

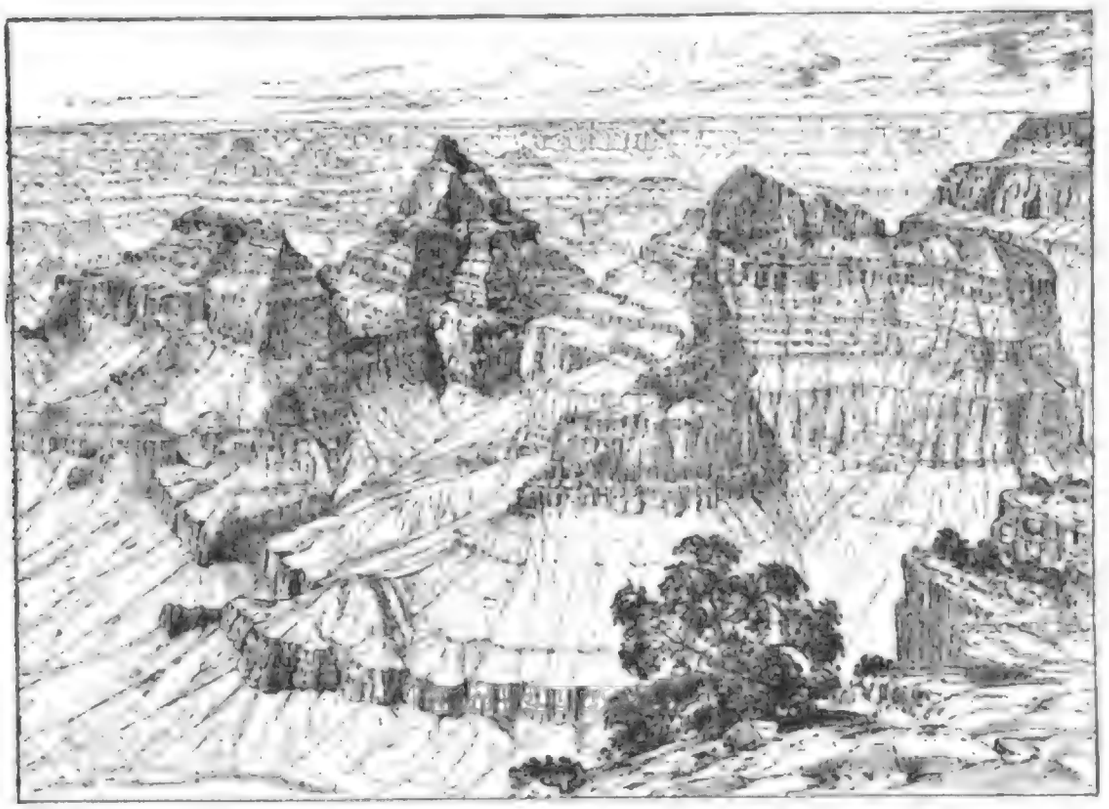


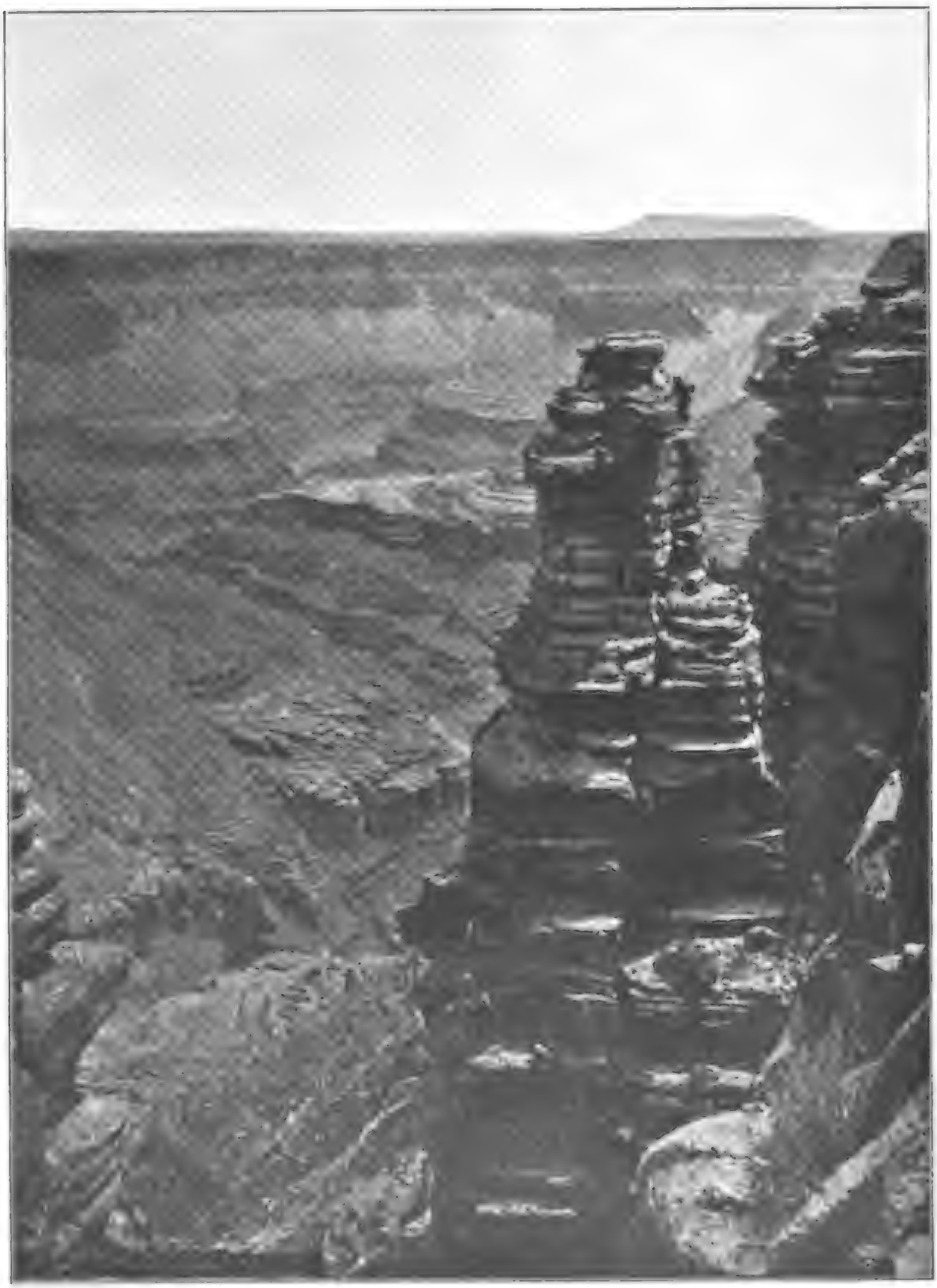
Fig. 43.
Der Wischnu-Tempel im Coloradogebiet.

Von welcher Richtung man sich, z. B. vom Kaibab-Plateau dem großen Cañon nähern mag, fast immer thut sich plötzlich ein Tiefenpanorama, ein Abgrund voller Schönheiten auf, dessen Rand man ahnungslos erreicht hat. Der Wald reicht bis zum Steilrand der ungeheuren Schlucht, so daß die Zapfen der Fichten in die bodenlose Tiefe fallen. Von einem besonders begünstigten Vorsprung, dem Point Sublime, erblickt man die gegenüberliegende Schluchtwand in einer nächsten Annäherung von 7 engl. Meilen, aber mit amphitheatralischen Ausbuchtungen, Altanen und Giebeln geschmückt, über welche die Gesimsstreifen ununterbrochen in

unendlicher Abwechslung nach Form und Färbung hinlaufen, viele Meilen lang, tausend Einzelheiten in einen Blick zusammendrängend. Wo die Felslage härter ist, bildet sie eine steile, senkrechte Stufe, an deren Fuße sich schräg eine Schuttlage anlehnt; oft springen dünnere harte Streifen wie Schutzdächer hervor, bis sie abbrechen; es bilden sich regelmäßige Nischen, vor der Wand freistehende Felssäulen und Obelisken mit Absätzen und Knaufen, eine Menge architektonischer Einzelheiten, die uns Städte aus maurischen Tempeln, indischen Pagoden oder gothischen Kathedralen vortäuschen. Eine solche äußerst pagodenähnliche Bildung ist der sogenannte Wischnu-Tempel (Abbildung 43), der sich in dem Cañon südlich vom Kaibab-Plateau ca. 5500 Fuß hoch erhebt.

Wir könnten ja zum Vergleich europäische Gebirgsschluchten, z. B. den Blick vom Hexentanzplatz ins Bodethal heranziehen, wenn diesem nicht außer der Größe alle diese scharfen, durch die Farbenverschiedenheit noch mehr hervorgehobenen Horizontallinien der Gesimse, Hohlkehlen, Gurte und Dächer fehlten, die hier diese architektonische Gliederung hervorzaubern, der im ersten Anblick ein durchaus märchenhafter Charakter anhaftet. Der erste Abstieg von der eocänen Decke des allgemeinen Tafellandes führt zu 4—5000 Fuß ins Gesammt betragenden Schichten von Sandstein und Schiefer, die der Kreideformation angehören, und meist von hellgelber und lichtbräunlicher Färbung sind. Die Kaiparowits-Stufe, die sich stellenweis zu weiten Plateaus ausdehnt, besteht ganz aus diesen Kreidezeitbildungen. Die zweite Stufe abwärts führt über Jurazeit- und Triasschichten, zunächst 300—500 Fuß tief über rothe Schiefer mit Fossilien führenden Kalkbändern, dann folgt eine dicke Schicht weißen Sandsteins, der in zahlreichen architektonischen Vorsprüngen, Altanen und Giebeln hervortritt. Unter diesen „weißen Klippen" folgen die „Vermillion-Cliffs" des Triasgebietes, von 1200—2000 Fuß Höhe, die besonders reich durch grelle Farbenlineamente ausgezeichnet sind. Das Paria-Plateau hat diese Triasbildungen zur Decke und unter ihr folgen die gleichfalls lebhaft gefärbten sandigen Schiefer und Kalksteinschichten des Perm, in welchem chokoladenbraune, purpurne und rothbraune Schichten zwischen violetten, lavendelblauen und weißen Streifen auf der Schluchtwand erglänzen. Das Auge fühlt sich eine Zeitlang ohnmächtig, alle diese Einzelheiten der Färbungen und Formen zu erfassen. Zu unterst liegen die carbonischen Schichten, und die Gesammthöhe der sie überlagernden Schichten erreicht stellenweise 10000 Fuß.

Diese gewaltige Schichtenfolge wurde nun durch den Coloradofluß, der in seinem das Wasatchgebirge durchquerenden Oberlauf der grüne Fluß (Greenriver) heißt, seit der Tertiärzeit bis zu einer Tiefe von im Durchschnitt 900 Metern und in einer Länge von 48 km durchsägt, so daß das Bett in den tieferen Lagen des Laufes die Schichten des Steinkohlengebirges erreicht hat. Wenn man an einem der oberen Ufer des großen Cañon steht, so sieht man stellenweise den Colorado nur wie ein stummes



Shini-Mo-Altar am Rande des Grand Cañon (Colorado-Fluss). Nach Photographie.

Digitized by Google

Felsschlucht (Grand Cañon) des Colorado-Flusses. Nach Photographie.

Shini-Mo-Altar am Rande des Grand Cañon (Colorado-Fluss). Nach Photographie.

Felsschlucht (Grand Cañon) des Colorado-Flusses. Nach Photographie.

Gedicht „Friedrich Hölderlin“ (1. Juli 1909) und „Der Wahnsinn des Ajax“ (1. Juli 1910) veröffentlicht und dann eine Zeit lang, bis 1914, in der er, wie Sie es nennen, „Hölderlin-Studien“ trieb. Ich habe mich mit Hölderlin nie beschäftigt, ich kenne nur einige seiner Gedichte, die mir bekannt sind, wie jeder Gebildete sie kennt. Ich habe nie Hölderlin-Studien getrieben, ich habe zufällig seine Briefe gelesen, die mich nicht interessierten, und ich habe nie über Hölderlin geschrieben, außer jenen beiden Aufsätzen.

Meine Beziehungen Hölderlin betr. ist ein ganz klar und einfach Ding. Ich habe nie Hölderlin-Studien getrieben, ich habe nie über Hölderlin geschrieben, außer jenen beiden Aufsätzen. Ich habe nie Hölderlin-Studien getrieben, ich habe nie über Hölderlin geschrieben, Hölderlin, Hölderlin, Hölderlin

förmigen Absonderung, deren Blöcke nur durch leicht verwitterbare Bindemassen verkittet sind, eine große Neigung, durch fließendes Wasser in ein wahres Labyrinth von Pfeilern und Wänden zerschnitten zu werden, so daß überaus malerische Gruppirungen entstehen, wie diejenigen des Adersbacher Felsenwaldes (Fig. 44) und anderer Parthien der sogenannten „böhmischen und sächsischen Schweiz." Da die Quadern trotz der Herauslösung ihres Bindemittels gewöhnlich aufeinander liegen bleiben, und dadurch an die Blöcke der sogen. cyklopischen Mauern erinnern, die entweder ohne Mörtel aufeinander gethürmt wurden, oder deren Mörtel die Witterung herausgelöst hat, so entstehen oft auch hier die Bilder von Riesenbauten, aber plumper Art, wie man sie eben Giganten zuschreibt. Manchmal bleibt auf größerer Fläche von der gesammten Sandsteinmasse nur ein einzelner Pfeiler stehen, wie der sogenannte Zuckerhut am Eingange des Adersbacher Felsenwaldes (Fig. 45).

Fig. 45.
Der Zuckerhut am Adersbacher Felsenwald.

Von ganz anderem Charakter sind die Verwitterungsformen des Kalk- und Dolomitgebirges, von denen sich die letzteren durch Schroffheit der zackigen Gipfel und reiche Gruppirung derselben auszeichnen, während der Jurakalk unregelmäßige, löcherige, oft wild-phantastische Klippen bildet. Die Kalkgebirge bieten außerdem die Eigenthümlichkeit, daß sich bei ihnen die Erosion bis in beträchtliche Tiefen fortsetzt, indem das Wasser auf den kohlensauren Kalk, aus dem der Felsboden besteht, nicht blos mechanisch, sondern vermöge seines nie fehlenden Kohlensäuregehalts auch chemisch lösend einwirkt und alte Faltungsrisse benützend, Höhlen und Galerien ausnagt, in denen manchmal ganze Flüsse plötzlich verschwinden, um an einer anderen, tieferen Stelle wieder als starker Strom hervorzubrechen. Solchen Höhlen, an denen die devonischen Kalke Mährens, das Gebiet des fränkischen Jura, die Karstgegenden Oesterreichs, die Kalkplateaus Südfrankreichs besonders reich sind, entsprechen an der Oberfläche oft Erd- und Felstrichter, die von einem Einbrechen der Deckenwölbung herrühren und

Digitized by Google

Fig. 1. Stalactites in Luray Cavern, Virginia.
(From the Photographic Archives of the U.S. Geological Survey, by Charles Fitch.)

in Oesterreich Dolinen, in Frankreich Bétoires und Entonnoirs genannt werden. Reihen solcher Dolinen bezeichnen oft die Linie eines langen unterirdischen Bachlaufes, der sich dann immer tiefer gräbt und unterirdische Seen und Wasserfälle bildet, welche unter einer stärkeren Decke wahre Tartarus-Landschaften mit unterirdischer Thierwelt bilden. Diese Kalkhöhlen empfangen in der Regel noch einen besonderen Schmuck durch die Sinterbildungen, welche die von der Decke herabtropfenden meteorischen Wasser erzeugen. Mit Kohlensäure beim Eindringen in den Boden bereichert, lösen sie den kohlensauren Kalk auf, um ihn alsbald bei Berührung mit der Grottenluft wieder auszuscheiden. Wo die Tropfen an den Wölbungen hervortreten, bilden sich zunächst kleine Traufwärzchen von Kalksinter, die sich zu Zapfen verlängern, in und über welche die nachfolgenden Sinterwässer hinabrinnen, wobei diese, ähnlich wie Eiszapfen, durch fortgesetzte Ueberrindung immer länger und dicker wachsen. So entstehen also frei von den Wölbungen herabhängende Riesenzapfen, oder eine zu Vorhängen und Draperien verbundene Spitzenarbeit mit tropfenden Troddeln, von großer Schönheit, oder wenn das Sinterwasser über geneigte Flächen dahinhinläuft, versteinerte Kaskaden.

Den von den Wölbungen und Wänden herabhängenden Tropfsteinen wachsen vom Boden her andere aus dem auffallenden Sinterwasser entstehende Säulen entgegen, die anfangs wie Kerzen auf einem dickeren Fußgestell stehen, dann aber dicker und höher wachsen und sich endlich mit den von oben herunterwachsenden vereinen. Die Tröpfler (Stalaktiten) und die Getropften (Stalagmiten) haben sich dann zu oft mächtigen, vom Höhlengrunde bis zur Decke reichenden Säulen verbunden, die mit den Nachbarsäulen orgel- und altarartige Decorationen bilden, und dem Innern solcher Höhlen ein feierliches kapellenartiges Gepräge verleihen, worin auch aus verschmolzenen Stalagmiten gebildete Heiligenbilder, vermummte Mönche und Büßergruppen nicht zu fehlen pflegen. Die Mannigfaltigkeit dieser Tropfsteinbildungen nach Farbe und Form des Gesteins ist groß, so daß fast jede neuentdeckte Tropfsteingrotte neue Ueberraschungen bietet. Neben den alabasterweißen Tropfsteinen, die bei Fackel- und Magnesiumlicht besonders malerische Wirkungen geben, kommen in andern Höhlen solche von gelber, bräunlicher und rother Färbung vor und ebenso ist die Festigkeit und Klangfähigkeit dieser Tropfkalkbildungen sehr verschieden. Noch mehr aber gilt dies von der Form der Säulen, die sich manchmal, ähnlich den Kieselsinterbecken der heißen Quellen und Geysire, mit beckenartigen Wülsten und ausgezackten Ringen in regelmäßigen Abständen umgeben, so daß die Säulen in ihrem kerzengraden Wuchs wie vorweltliche Bärlappgewächse erscheinen. Eine der schönsten auf beifolgender Tafel dargestellten Stalaktitenhöhlen, die Armandhöhe bei La Parade auf der Causse Méjean (Dep. Lozère) wurde September 1897 von dem französischen Höhlenforscher Martel entdeckt. Der Stalagmiten-Urwald derselben,

...ann, seine Kraft, Schönheit, Anmut, Geschicklichkeit, Ausdauer, Mut, Selbstbeherrschung, Kampf, Sieg, Niederlage, Tod. Wenn Sie diese Liste durchgehen, werden Sie feststellen, daß sie alle Bereiche und menschlichen Qualitäten, kurz, unser ganzes Menschsein (Mitleiden)

Bild 10.4 Bildfolge, aus einem größeren Satz von Illustrationen für Ausdrucksbewegungen, die Darwin in seinem Buch *The Expression of the Emotions in Man and Animals* (1872) verwendete. Die Bilder zeigen die Gesichtsmuskulatur eines Menschen und menschlichen Embryos. Nach einer Photographenplatte (Mitchell)

des Menschen verbergen, welche den Beweis liefern, daß die betreffenden Höhlen zeitweise von Menschen bewohnt waren, und vielfach auch wilden Thieren als Schlupfwinkel gedient haben. In der durch ihren Knochenreichthum berühmt gewordenen Gailenreuther Höhle (Fig. 46) der fränkischen Schweiz, aus der viele Wagenladungen von Knochen des Höhlenbären, Höhlenlöwen, der Höhlenhyäne, des Mammuth und von zahlreichen anderen ausgestorbenen Thieren herausgeschafft worden sind, beträgt die Dicke der lange noch nicht völlig ausgebeuteten Schicht des Höhlenlehms stellenweise über 8 Meter. Es läßt sich annehmen, daß viele dieser Thierreste von Fluthen hineingeschwemmt wurden, andere durch die senkrechten Schlöte dieser Höhlen hinabgestürzt sind, aber auffallend und bezeichnend für das Alter dieser Höhlen bleibt, daß sich nur Reste jüngerer, meist pleistocäner Thiergeschlechter häufiger in diesen Höhlen finden. Nur in den Höhlen der Mendiphügel bei Hutton, unweit Weston super mare (Grafschaft Somerset) hat man ausnahmsweise auch Reste von Sekundärzeit-Thieren (kleinen Beutelthieren, Microlestes u. a.) gefunden, während man doch annehmen darf, daß einmal unter der Sinterdecke des Bodens eingebettete Thierreste dadurch vor späterer Zerstörung sicher geborgen sein werden. Da nun doch wahrscheinlich seit den ältesten Zeiten, in denen Kalkfelsen über dem Meere emporgestiegen waren, auch Sinterhöhlen entstanden sein werden, so giebt es keine andere vernünftige Erklärung für den Mangel älterer Thiere in den Höhlen, als die Annahme, daß die früher entstandenen Höhlen, welche gleich den heutigen nicht allzutief unter der Erdoberfläche gelegen haben werden, der großen Mehrzahl nach durch Denudation vollkommen weggewittert sein müssen, so daß die Ueberzahl der heute vorhandenen Thierrest-(Zoolithen-)Höhlen durchweg jüngere Bildungen sind, die nicht weiter als eben bis zur Pleistocänzeit zurückdatirt werden können.

Ebenso wie die Höhlengänge der Kalkfelsen hat das Wasser Erzfelsen ausgewaschen und sogenannte Seifen zurückgelassen, und andererseits Erzgänge geschaffen, indem es metallische Stoffe, die es anderwärts gelöst hatte, in ihnen abgelagert hat. Wir können diese Wirkungen hier nicht in's Einzelne verfolgen, und wollen sogleich zu der andersgearteten mechanischen Kraft übergehen, die das Wasser in seinem gefrorenen Zustande als Eis erlangte. Wahrscheinlich hat es schon in früheren Epochen Gebirge gegeben, die hoch genug waren, daß sich auf ihnen Schnee und Eis sammeln konnte, und einzelne Geologen wollen Spuren ihrer Wirkungen schon in älteren Schichten gefunden haben; eine größere geologische Bedeutung und Ausdehnung aber dürfte die Eis- und Gletscherbedeckung aus mancherlei leicht begreiflichen Gründen erst in derjenigen Erd-Epoche erlangt haben, in der wir leben. Auf den Diluvial- und Alluvialschichten, den größtentheils noch nicht erhärteten jüngsten Wasserbildungen, hatte man nun schon längst Erscheinungen bemerkt, die man sich nicht mehr durch

Ende Dezember, als der Winter Europa tödlich erfroren hatte, kam plötzlich über das russische Heer ein Tauwetter und verwandelte die Straßen in Sümpfe. Die Pferde sanken bis zum Leib und Napoleon sah Hunderte ohne Hilfe verenden. Er selbst mußte sich in einen Schlitten setzen, um weiterzukommen. Am 5. Dezember war er in Smorgoni, wo er Murat die Führung übergab, um selbst nach Paris zu eilen. Am 18. Dezember war er in Warschau. Am 14. Januar 1813 war er in Paris. Von der Großen Armee waren 400 000 Mann ertrunken, verhungert, erfroren. Nur noch 20 000 Mann kamen, von vier Fahnen, die sie trugen, nur eine mit dem Adler. Die Russen hatten 150 000 Mann verloren.

Napoleon I. Bonaparte

Napoleon, der Sieger, der Unbesiegbare, der Gewaltige, der Mann, der Europa beherrschte, der Kaiser, der Gott, der Napoleon, der Napoleon, der Napoleon

lich gehaltenen geologischen Räthsels. Auch dort sah man nämlich mächtige Blöcke in weiter Entfernung von dem Muttergestein liegen, von dem man sie herleiten mußte, aber andererseits sah man auch, wie Blöcke, die auf die geneigte Ebene eines Gletschers fallen, von diesem meilenweit zum Thale transportirt werden.

Die aus dem zusammengesunkenen Schnee der Gipfel gebildeten Gletscher fließen wie zähflüssige Lavaströme langsam in den gewundenen Thälern meilenweit abwärts und befördern auf ihrem Rücken Blöcke, die Frost und Wetter von überragenden Gipfeln losgelöst haben, sicher in's Thal. So trägt der ungefähr zehn Meilen lange Aletschgletscher (F. 47), der längste Gletscher der europäischen Gebirge, die durch Frost und andre Ursachen losgelösten und auf ihn herabdonnernden Felsblöcke des Jungfraugebiets ins Rhonethal hinab. Es geht

Fig. 48.
Klüfte im Aletschgletscher. (Nach Photographie.)

das nicht immer ebenso langsam abwärts, wie der Eisstrom selber, sondern an stärker geneigten Stellen, wo die Gletscherfläche in tiefe Klüfte und hohe Eisthürme zerbricht (Fig. 48) oft in Sprüngen, weil nämlich jeder größere Block, wenn die Sonne das Eis um ihn herum abschmilzt, wie ein Pilz oder Steintisch auf einem Eisstiele aus dem Gletscher herauswächst, und endlich, wenn diese Stütze zusammenschmilzt, in Sprüngen eine Strecke weiter hinabrollt, wo er wieder zum Gletschertisch wird. (Fig. 49.)

Es handelte sich aber um die Deutung des Transportes von Blöcken, die aus Gebirgen stammen, zu denen jetzt keine schiefen Ebenen aus Eis hinführen, von Blöcken, die weitab von jedem Gletscher liegen, der sie dorthin geführt haben könnte. Schon im Jahre 1802 hatte der schottische Geolog Playfair auf den Transport großer Steinblöcke durch Gletscher hingewiesen, aber erst als er fünfzehn Jahre später die Schweiz besucht, und der schweizerische Ingenieur Venetz im Jahre 1821 gezeigt hatte, daß die Gletscher der Schweiz ehemals eine viel größere Ausdehnung besessen, und daß man ihre Spuren nicht blos in den von ihnen transportirten Blöcken, sondern auch in besonderen Schliffen und Schrammungen der Gesteine erkennen könne, fand diese Erkenntniß den Beifall weiterer

Kirche. Auf der Mitte zum Eingange, eine merkwürdige Basrelief-Arbeit, welche die Geburt Christi vorstellt. Die Jungfrau Maria liegt auf einem Bette, und Joseph sitzt dabei. Das Kind ist in Windeln gewickelt, und liegt in einer Krippe, vor der ein Esel, Ochse und ein Schaf stehen. Ueber dem Kinde schwebt ein Engel, und oben sieht man die Sonne und den Mond.

Die Kapelle zu Ora, von Süden.

Ob bei der ersten Bekehrung z. B. von Mikronesien, welche Jahrhunderte lang dauerte, auch Kapellen gebaut wurden, ist mir nicht bekannt. Ich glaube es aber nicht, weil ich keine Spuren davon gefunden habe. Wenigstens sind auf den Inseln, welche ich besuchte, keine Ruinen solcher Kapellen vorhanden. Auf Ponape, wo ich mehrere Jahre wohnte, ist keine Spur davon zu finden. Auf Kusaie, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind zwar Ruinen von Kapellen vorhanden, aber sie sind nicht alt. Sie sind nur einige Jahrzehnte alt, und wurden von den Eingeborenen gebaut, welche damals bekehrt wurden. Auf Ruk, Namonuito, Lamotrek und Yap sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Ruk, wo ich mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Namonuito, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Lamotrek, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Yap, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Guam, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Rota, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Tinian, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Saipan, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Pagan, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Agrigan, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Anatahan, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Sarigan, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Guguan, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Alamagan, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Maug, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Asuncion, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Farallon de Pajaros, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Uracas, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Ualan, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Mokil, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Pingelap, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Ngatik, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Nukuoro, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Oroluk, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Kapingamarangi, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Nauru, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Ocean, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Banabe, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Tarawa, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Apamama, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Maiana, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Abemama, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Kuria, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Aranuka, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Nonouti, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Tabiteuea, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Beru, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Nikunau, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Arorae, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Tamana, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Onotoa, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Peru, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Nukunau, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Vaitupu, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Nukufetau, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Funafuti, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Nanumea, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Nanumanga, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Niutao, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Nui, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Nukulaelae, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Niulakita, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Rotuma, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Uea, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Futuna, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Alofi, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Niue, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Tonga, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Samoa, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Tokelau, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Manihiki, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Rakahanga, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Penrhyn, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Nassau, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Pukapuka, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Suwarrow, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Rarotonga, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Mangaia, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Atiu, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Mauke, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Mitiaro, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Aitutaki, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Manuae, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Takutea, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Palmerston, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Hervey, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Gardner, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Mauke, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Mitiaro, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Aitutaki, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Manuae, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Takutea, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Palmerston, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Hervey, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden. Auf Gardner, wo ich auch mehrere Jahre wohnte, sind keine Ruinen von Kapellen vorhanden.

Dunstan Steadwell at Quarter Moon

stimmte, fand man in der That, daß ehemals fast das ganze Alpengebirge in eine gewaltige Eismasse eingehüllt gewesen sein muß, aus der nur kahle Felsenhäupter herausragten. So z. B. ist der „Pierre des Marmettes“ genannte Felsen (s. die Tafel „Erratischer Riesenblock bei Monthey“), ein mit einem Pavillon besetzter Granitblock bei Monthey im Unterwallis, trotz seines Inhaltes von über zweitausend Kubikmeter elf Stunden weit aus dem Thale von Ferret durch Gletscher hertransportirt worden.

Noch ansehnlicher ist der Riesenstein bei Devent, und der Pflugstein oberhalb Herliberg bei Zürich, dessen Gewicht Heer auf neunzigtausend Centner schätzt und der weit über den Züricher See von den Glarner Alpen gekommen ist. Von dem dreizehn Meter hohen Block, Pierre-à-bot unweit Neuenburg hat man festgestellt, daß er aus der Gegend von Martigny zweiundzwanzig Wegstunden hergetragen und zuletzt noch über den Neuenburger See geschifft worden ist. O. Heer hat die Zeiten zu berechnen gesucht, welche jene Blöcke im Vergleiche zu jetzt beobachteten Gletscherblöcken zu ihrer Wanderung gebraucht haben könnten, und hat gefunden, daß der oben erwähnte Pflugstein etwa 600 Jahre, Pierre-à-bot gegen tausend Jahre gebraucht haben mögen, um an ihren jetzigen Ruheort zu gelangen.

Die schweizerischen und österreichischen Gletscher stauen zuweilen Alpenseen auf, die sie durch ihr Schmelzwasser speisen und auf denen dann mächtige Eismassen, zuweilen mit Felsblöcken beladen, umherschwimmen, und den Anblick einer Polarlandschaft erzeugen, wie z. B. der Märjelensee am Aletschgletscher (Fig. 50). Dieser Anblick, der noch häufiger an den skandinavischen Küsten und in den Polarmeeren begegnet, wo der Fuß der Gletscher bis in die Fjorde und ins Meer eintritt, wobei dann in Folge der beständigen Vorschiebung des Gletscherfußes ins Meer mit Steinblöcken bedeckte Eisberge abbrechen und südwärts treiben, bis sie abschmelzen und die Steinblöcke auf den Meeresgrund fallen lassen, führte

Fig. 50.
Märjelensee am Aletschgletscher.
(Nach Photographie.)

die Geologen zu einer scheinbar einfacheren Erklärung der Vertheilung skandinavischer Irrblöcke über das nordeuropäische Tiefland, als man bis dahin gehabt hatte, indem man annahm, daß auch ganz Nordeuropa, ebenso wie die Schweiz, völlig vergletschert gewesen sein müßte. Da es aus anderweiten Spuren (Meermuscheln u. s. w.) hervorgeht, daß Nordeuropa im Beginne der Quartärzeit weiter als jetzt mit Wasser bedeckt war, so konnte man annehmen, daß mit mächtigen Blöcken versehene Eisberge, wie sie mitunter heute noch an den finnischen Gestaden landen, damals durch Winde und Strömungen bis zu den südlichen Ufern und Inseln dieses nordischen Meeres geführt wurden, wenn sie nicht bereits früher abgeschmolzen waren und ihre Last unterwegs fallen gelassen hatten. Diese von dem englischen Geologen Lyell zu einer besondern Theorie erhobene und nach dem englischen Worte für im Meere treibende Massen Drift-Theorie genannte Deutungsweise schien die meisten erratischen Erscheinungen des nördlichen Europas genügend zu erklären, und wurde daher an Stelle der älteren Gletschertheorie, welche eine allgemeine Vergletscherung des nördlichen Europa im Beginne der Quartärzeit voraussetzte, ziemlich allgemein angenommen. Wie wir noch heute mit Schutt und großen Steinblöcken beladene gewaltige Eisberge in der Hudsonsbai und Davidstraße bis ungefähr zu denselben Breitengraden Nordamerikas treiben sehen, so fand man es sehr verständlich, daß solche schwedischen Blöcke damals so häufig an den Abhängen der norddeutschen Gebirge gelandet worden sein könnten, sofern diese nämlich die Ufer jenes vorausgesetzten Nordmeeres oder Inseln desselben gebildet hätten, wie z. B. der nördliche und westliche Abhang des teutoburger Waldes, die Nordabhänge des Harzes, Erz- und Riesengebirges.

Allein die Untersuchungen jüngerer Geologen, namentlich des Schweden Torell und der deutschen Geologen Credner, Behrendt, Penck u. A. haben in neuerer Zeit zeigen können, daß sich in vielen Gegenden Norddeutschlands, z. B. bei Berlin, Leipzig und am Harze, die unverkennbarsten Spuren einer wirklichen Gletscherbedeckung des Bodens, in Abhobelungen, Schrammungen und Strudellöchern des anstehenden Gesteines zeigen und daß somit die Gletscherbedeckung eine Thatsache ist, der sich an bestimmten Oertlichkeiten und zu Ende der Periode Drifterscheinungen gesellt haben mögen. In dieser Beziehung sind im Besondern die Gletschertöpfe lehrreich, die man in Skandinavien Riesentöpfe oder Thorskessel, in Nordamerika Indianerkessel nennt, weil man annimmt, es seien von Menschenhand in den Felsboden gemachte Oeffnungen, in denen die Indianer mittelst glühend gemachter Steine ihr Fleisch und sonstiges Essen gekocht hätten, so lange sie noch keine thönernen oder metallenen Geräthe hatten. Es sind senkrecht in den Felsen geschliffene Löcher, die meist nur einige Fuß tief hinabgehen, und gewöhnlich nur 1—2 Fuß im Durchmesser haben, oft aber auch größer sind, und glatt oder in

Zuschuß gewährt. Die Kosten betragen 12 Mark für zwei Tage. Teilnehmer ist jeder Arbeitslose, der in Betracht kommt. Wenn die Arbeitslosen am Montag in ihren Betrieben sich melden, müssen sie ihre Arbeitslosenkarte vorlegen. Sie erhalten dann eine Bescheinigung, daß sie an dem Kursus teilnehmen.

Ein Arbeitsplatz im Kursus. Aus der Berliner Illustrirten Zeitung.

Die Teilnehmer haben sich mit Arbeitskleidung zu versehen. Sie müssen ferner Eßgeschirr, Eßbesteck und Trinkbecher mitbringen. Die Verpflegung wird durch Gutscheine, die ausgegeben werden, in Gasthäusern bewirkt. Die Teilnehmer werden in Gruppen von 10 bis 12 Mann, die an einem Tische sitzen, zusammengefaßt. Jeder Gruppe wird ein Kochkasten zugewiesen, der mit Kochgeschirr, Kochlöffeln, Messern, Gabeln, Tellern, Tassen, Kaffeekannen, Bestecken, Kochbüchern, Kochanweisungen, Kochtafeln, Kochbüchern, Kochanweisungen, Kochtafeln, Kochbüchern, Kochanweisungen, Kochtafeln

Von den kleinen mehr ſchachtartigen Felstöpfen nimmt man heute mit guten Gründen an, daß ſie von einer ehemaligen Eisbedeckung des Bodens herrühren und die Strudellöcher ſogenannter Gletſchermühlen darſtellen. Unter dieſem Namen verſteht man die kleinen Waſſerfälle des im Sonnenſchein ziemlich reichlich fließenden Oberflächen-Schmelzwaſſers der Gletſcher, welches ſich in kleineren Rinnſalen zunächſt auf der Eis-Oberfläche

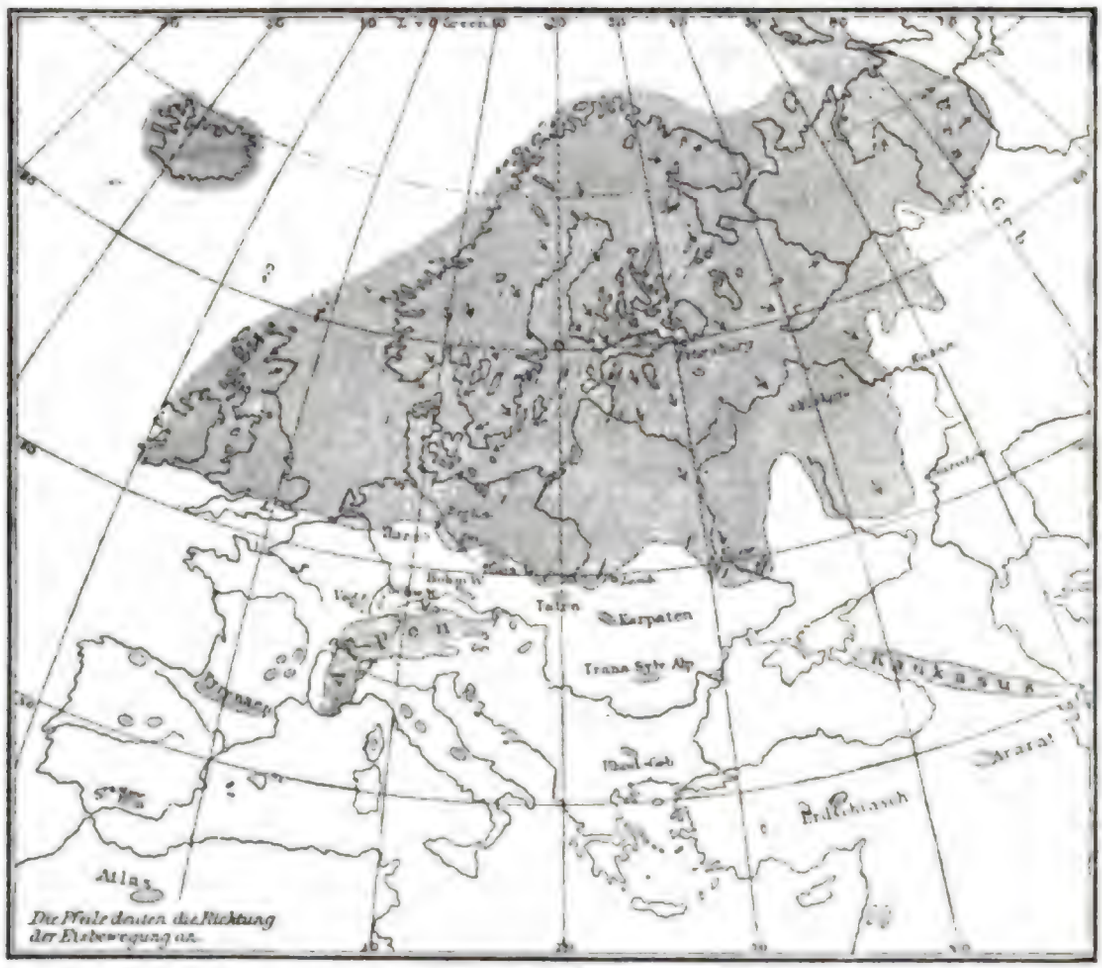


Fig. 52.
Eiszeitkärtchen Nordeuropas nach Penck, Neumayr u. A.

ſammelt und dann einer Gletſcherſpalte zufließt, in die es hinabſtürzt. Da, wo der Strahl einer ſolchen Gletſchermühle den Felsboden erreicht, kann er mit Hülfe von Felsbrocken tiefe Löcher in dem Felsboden ausſchleifen. Nun hat zwar Baltzer gegen eine ſolche Deutung der Felstöpfe geltend gemacht, daß die Gletſchermühlen in der Regel nicht lange genug an derſelben Stelle verweilen, um ſolche mehrere Fuß tiefen Felslöcher auszuſchleifen, ſondern mit dem Gletſchereiſe und ſeinen Spalten beſtändig abwärtsgleiten, während die Gletſcherſohle den Felsgrund gleichſam aushobelt. Dieſer Einſpruch dürfte an ſtark geneigten Gebirgsabhängen auch ſeine volle Gültigkeit haben, nicht aber bei der allgemeinen Vergletſcherung der

nordischen Gebiete in der Eiszeit, woselbst Gletschermühlen auf wenig abschüssigen Flächen lange Zeit an derselben Stelle ihre Strudel unterhalten konnten, und solche nordischen Gebiete sind thatsächlich die eigentliche Heimath der Gletschertöpfe. Ihr Vorhandensein in der Nähe Berlins und ihre Vergesellschaftung mit zahlreichen Eisschrammen und Eisschliffen am Muschelkalk von Rüdersdorf konnte daher wesentlich dazu beitragen, die seit 1875 von dem schwedischen Geologen Torell im Gegensatze zu der bis dahin festgehaltenen Drifttheorie aufgestellte Binneneistheorie zur Herrschaft zu bringen.

Zahlreiche weitere Arbeiten haben seither den Beweis geliefert, daß thatsächlich ein großer Theil Nordeuropas bis zum Harz und Riesengebirge von einer Eisdecke bedeckt war, auf der die von den skandinavischen Gebirgen stammenden erratischen oder Findlingsblöcke bis nach Mitteleuropa transportirt worden sind. Man hat gefunden, daß die Oberfläche des auf beistehendem Eiszeitkärtchen (Fig. 52) dunkelschraffirten Landgebietes durchaus erst von dieser Eisbedeckung die Hauptzüge seiner gegenwärtigen Modellirung empfangen hat. Die Endmoränen der Gletscherzungen ließen sich ebenso nachweisen, wie gewisse Seen- und Hügelbildungen, die man sich am besten als Erbschaften und Nachlaßwirkungen der Eiszeit zu erklären vermag, z. B. die tiefen Rundpfuhle (Sölle) Norddeutschlands, die Geinitz und Behrendt für Seitenstücke der Riesentöpfe im weichen Boden halten, und die langgestreckten Geröllhügel (Äsar), in denen man Gletscherwälle erkannt hat. Gleichzeitig mit dieser Eisbedeckung des nordischen Tieflandes waren auch die Alpen, Pyrenäen, der Kaukasus, Ararat und andere Gebirge der alten Welt mit Schnee und Eis bedeckt, und ebenso war es im Norden der neuen Welt der Fall; man hat also das Recht, von einer sogenannten Eis- oder Gletscherzeit, welche im Beginne unserer gegenwärtigen Erdperiode geherrscht hat, zu sprechen. Auch hätte ihr Auftreten an sich nichts Wunderbares, denn im Verlaufe der allmäligen Abkühlung mußte eine solche Erscheinung eines Tages eintreten, und das Räthselhafte der Sache liegt vielmehr in dem Umstande, daß die Mitteltemperatur der nordischen Länder sich seitdem wieder um mehrere Grade erhöht hat, daß die Eisbedeckung und die Gletscher in Folge dessen wieder zurückgegangen sind, daß es mit einem Worte wieder wärmer geworden ist. Nach der Ansicht sorgfältiger Beobachter hätte es sogar bereits zwei Eiszeiten in unserer jetzigen Erdperiode gegeben, die durch eine wärmere Zwischenzeit (Interglacial-Zeit), in der sich die Gletscher beträchtlich zurückgezogen hatten, von einander getrennt waren. Es habe also eine mehrmalige Erniedrigung und Wiedererhöhung des säkularen Klimas in unseren Breiten gegeben.

Erst dieses Wiederwarmwerden hat also den Schein einer Unregelmäßigkeit auf die Thatsache der ehemaligen starken Temperatur-Erniedrigung unserer nordischen Heimath geworfen, was dann naturgemäß zur Auf-

ſtellung mehr oder weniger phantaſtiſcher Erklärungsverſuche geführt hat. Die ausſchweifendſten derſelben gehen von der durch keinerlei nachweisbare Thatſachen gerechtfertigten Anſicht aus, daß die ſogenannte Eiszeit keine telluriſche, ſondern eine kosmiſche Erſcheinung geweſen ſei, daß das Sonnen- und vielleicht unſer geſammtes Sternſyſtem ſich damals Jahrhunderte lang durch kältere Räume des Weltalls bewegt habe als vorher und nachher. Dieſer Poiſſon'ſchen Hypotheſe nähert ſich die Buys

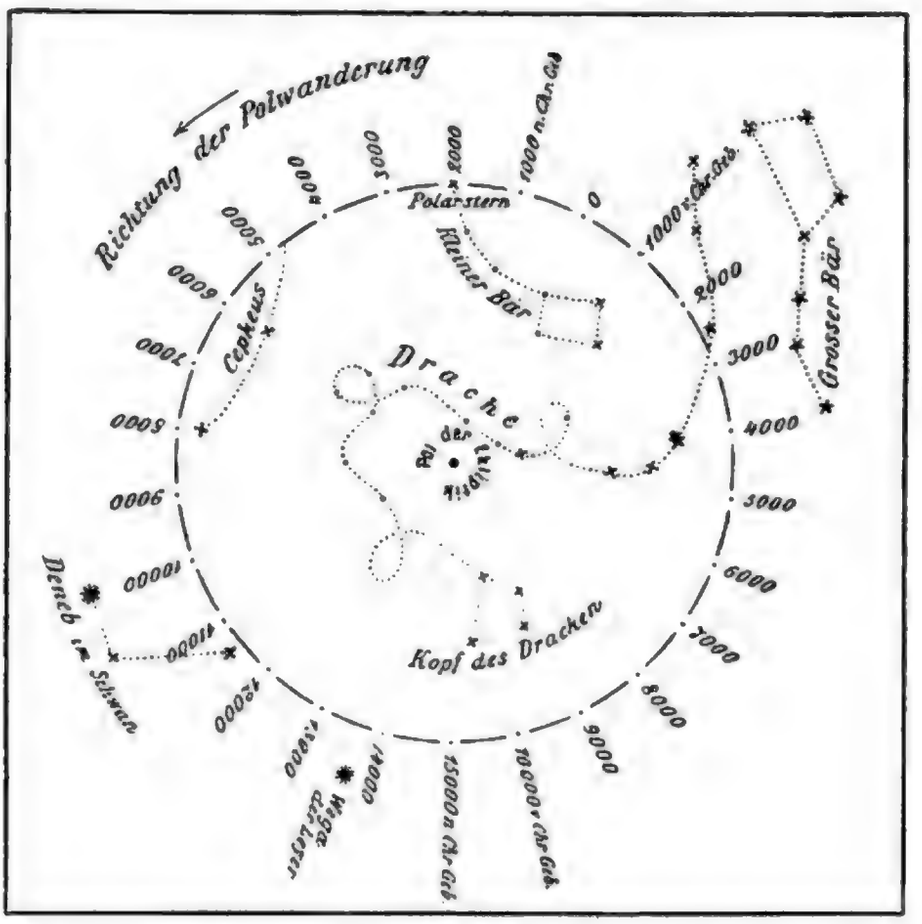


Fig. 53.
Die Kreis-Wanderung des Pols am nördlichen Sternenhimmel innerhalb 25870 Jahren (vom Jahre 10000 v. Chr. bis 15000 n. Chr.).

Ballot'ſche, welche annimmt, daß die Sonne vielleicht zeitweiſe weniger Wärme ausgeſtrahlt habe, womit die Unregelmäßigkeit einfach von dem einen Weltkörper auf den andern übertragen wird. Eine zweite Reihe von Hypotheſen hält daran feſt, daß die Eiszeit wenigſtens eine telluriſche, den geſammten Erdball betreffende Erſcheinung geweſen ſei, und man hat darauf aufmerkſam gemacht, daß auch dem Aequator ganz bedeutend nähere Gebirge, wie z. B. der Libanon, deſſen Cedern auf alten Gletſchermoränen ſtehen, damals ihre Eisſtröme weit hinab ſendeten. Nach dem Vorgange Adhémars glaubte man in der regelmäßigen Bewegung der Erdaxe um

kleine Kreise, d. h. in der Erscheinung, welche das sogenannte Vorrücken der Nachtgleichen hervorbringt, die Ursache gefunden zu haben, welche in großen Zeiträumen jene Temperaturschwankungen hervorbringen sollte, von denen wir sprechen. In Folge dieser schon dem Hippard bekannten Kreisbewegung, welche durch die Anziehung von Sonne, Mond und Planeten auf die abgeplattete Erde hervorgebracht wird, und die sich in der Wanderung des Himmelspols ausdrückt, der vor 4000 Jahren in der Nähe eines Schwanzsterns des Drachen lag und nach 12 000 Jahren in die Nähe von Wega in der Leyer angekommen sein wird (vgl. Fig. 53) fällt die größte Sonnennähe, welche gegenwärtig in unserem Winter stattfindet, in andre Jahreszeiten und wird nach 13 000 Jahren im Sommer eintreten. Da sich nun die Erde in der Sonnennähe schneller vorwärts bewegt, als in der Sonnenferne, so wird dann der Winter für den Norden etwa eine Woche länger, der Sommer ebensoviel kürzer werden, als sie jetzt sind und dieser Unterschied soll nach der Ansicht vieler Astronomen und Geologen hinreichen, um durch die allmälige Anhäufung größerer Eismassen um den Pol eine nordische Eiszeit herbeizuführen, die nach 13 000 Jahren von einer südlichen Eiszeit abgelöst wird. Indessen sind diese Theorien schwer oder überhaupt nicht beweisbar, wenn auch die Anhänger derselben, mit einem Gesammtcyclus von 21 000 Jahren rechnend, zum Beweise der Richtigkeit darauf hingewiesen haben, daß das Jahr 1248 unserer Zeitrechnung nach ihrem Ansatze dasjenige gewesen sei, in welchem der Nordpol am meisten, der Südpol am wenigsten Sonnenlicht und Wärme empfing und daß dem entsprechend damals Grönland eine grüne Insel genannt wurde und Weinbau in Gegenden bestand, wo er heute völlig unmöglich ist. Nach derselben Rechnungsweise hätte die letzte große nordische Eiszeit etwas nach dem Jahre 9250 vor unsrer Zeitrechnung stattgefunden, und damals wären Ägypten und Palästina fruchtbare und heerdenreiche Länder mit mehr gemäßigtem Klima gewesen, wie die biblische Urgeschichte sie schildert. In weiterer Verfolgung dieser Theorie soll die einseitige Anhäufung der Eismassen abwechselnd am Nord- und Südpole eine Verschiebung des Schwerpunktes der Erde, eine größere Ansammlung der Wasser gegen den zur Zeit stärker belasteten Pol und ein Untertauchen der Continente bedingen, wie wir es jetzt am Südpol sehen. Da diese Ursache periodisch in Wirkung tritt, so müßten also die Eiszeiten der Pole schon oft im Leben der Erde abgewechselt haben, und wirklich haben einige Geologen geglaubt, die Spuren älterer Eiszeiten in sehr alten Erdschichten gefunden zu haben. Andere Geologen aber halten diese Deutungen für sehr problematisch, auch ist nicht abzusehen, wie in Zeiten, wo die gemäßigten Zonen nach allen Anzeichen noch ein fast tropisches Klima hatten, so starke Eiswirkungen hätten zu Stande kommen können. Der Rückgang der Gletscherbedeckung in der vorhin erwähnten Interglacialzeit, deren Spuren man besonders in der Schweiz und in Mitteldeutschland beobachtet

haben will, dürfte nur eine kürzere Dauer und Ursachen gehabt haben, die in unseren Tagen ein Decennien dauerndes Wachsen und Abnehmen der Gletscher bedingen.

Eine andre periodische Erkaltungs-Ursache, die in längeren Zwischenräumen wirksam wird, glaubt der englische Naturforscher Croll in einem regelmäßigen Wechsel der Erdbahn zu sehen, die sich zeitweise mehr der Ellipse und dann wieder dem Kreise nähere, und vor zweihunderttausend Jahren einen Gipfelpunkt erreichte, bei der die Erde im Nordpol-Sommer ungleich weiter von der Sonne entfernt war, als heute. Diese Hypothese hat für uns das Tröstliche, daß die Excentricität der Erdbahn gegenwärtig noch für zwanzigtausend Jahre im Abnehmen begriffen ist, und erst nach hundertundfünfzigtausend Jahren wieder einen jener Höhepunkte erreichen wird, von dem man eine Eiszeit der nördlichen Hemisphäre erwartet. Man hat geglaubt, die astronomischen Eiszeit-Erklärungen auch am Planeten Mars nachweisen zu können, der ähnliche polare Eisanhäufungen wie die Erde darbietet, und auf welchem jetzt der Adhémar'schen Theorie entsprechend, derjenige Pol, welcher nach seiner Achsenlage am meisten Sonnenlicht erhält, auch im Winter weniger Eis zeigt als der andere. Noch weitere Abänderungen dieser Theorien, auf die wir nicht genauer eingehen können, haben in neuerer Zeit H. Schmick und A. Blytt aufgestellt.

Allein von andern Forschern wird der planetarische Charakter einer sogenannten Eiszeit überhaupt bestritten, und behauptet, daß es sich bei ihr nur um lokale Erscheinungen gehandelt habe, die durch eine etwas verschiedene Anordnung der Vertheilung von Festland und Wasser vollkommen erklärlich seien. In dieser Richtung hat Kämtz auf die ehemals größere Höhe der schneesammelnden Gebirge, Seebach auf den ehemaligen Mangel der Erwärmung Europas durch den Golfstrom hingewiesen, der sich früher durch eine damals vorhandene Meerenge von Panama in den stillen Ocean ergossen haben soll. In der That würde eine der letztgenannten Ursachen vielleicht bereits hinreichen, um das ungeheure Wachsthum der Gletscher jener Zeit genügend zu erklären, denn man hat berechnet, daß nur etwa eine Erniedrigung der mittleren Jahrestemperatur um vier Grad dazu gehören würde, um unter übrigens ganz gleichen Verhältnissen die Schweiz so in Eis einzuhüllen, wie sie es ehemals gewesen ist. Aus den Beobachtungen der sehr ausgedehnten Gletscher von Neuseeland, die zwischen 40—45° südlicher Breite inmitten einer beinahe tropisch zu nennenden Vegetation erscheinen, hat man die Ueberzeugung gewonnen, daß ein sehr feuchtes Inselklima viel mehr als starke Kälte das Wachsthum der Gletscher begünstigt, und ein solches Klima mit kühlen Sommern und milden Wintern besaßen damals viel zahlreichere Theile Europas als heute. Andrerseits ist ein trocknes Continentalklima mit heißen Sommern und kalten Wintern, wie es Nordasien besitzt, heute wie ehemals der Bildung von Gletschern ungünstig gewesen, und in der That hat sich dorthin die

allgemeine polare Eiskappe der Eiszeit anscheinend nicht viel weiter als heutzutage erstreckt. Die Erhebung des Bodens der Meerenge von Panama zur Landenge, die aber nach neueren Untersuchungen schon in der Tertiärzeit erfolgt sein soll, würde, wenn sie nach früherer Annahme erst in der Quarternärzeit erfolgt wäre, allerdings hingereicht haben, die Wiedererwärmung des nördlichen Europas durch den Golfstrom zu erklären, so daß man für die Eiszeit dann kaum nach fernerliegenden Hypothesen zu suchen brauchte, so verlockend dieselben auch theilweise erscheinen mögen.

Wenn aber auch über die Ursachen der Eiszeit noch die größten Meinungsverschiedenheiten bestehen, so ist doch ihr Auftreten selbst über jeden Zweifel erhaben, und wenn die geologischen Funde nicht schon deutlich genug sprächen, würden die Spuren der damaligen Lebewelt das Bild eines unwirthlichen Klimas unsrer Heimath vollendet haben. Von der Pflanzenwelt erhält man aus den gefundenen Ueberresten den Eindruck, als sei sie strahlenförmig von dem Nordpol in drei ihn umringende Erdtheile ausgewandert, denn rings um den Pol bietet sie noch heute einen gleichartigen Charakter, während die Flora der neuen Welt doch sonst von derjenigen der alten ziemlich verschieden ist. Man muß aber einen solchen arktischen Entstehungsmittelpunkt der Pflanzenwelt unserer nördlichen Halbkugel wahrscheinlich auch für die Pflanzen der früheren Zeiten annehmen, denn noch in der späteren Tertiärzeit fanden sich in Europa Tulpenbäume, Ahorne, Nußbäume, Riesencedern, Storaxbäume und andere Holzgewächse, die denen, welche jetzt in Nordamerika wachsen, sehr nahe standen. In noch früheren Zeiten war die Gleichförmigkeit noch größer. Als aber die Eiskappe am Pole sich immer mehr erweiterte, wurden die wärmeliebenden und zarteren Holzgewächse immer weiter nach Süden gedrängt, und eine kältefrohe, arktische Flora, die sich beim Zurückziehen des Eises theilweis auf unsern Gebirgen erhalten hat, ersetzte dieselben. Auf skandinavischen Irrblöcken hat man die Moose ihrer Heimath bis auf unsere Tage gerettet gefunden. Aber bei jenem Vordringen des Eises und der Kälte sind viele tertiäre Baum- und Pflanzengattungen, die wir mit Nordamerika und Ostasien gemein hatten, bei uns für immer vernichtet worden während sie dort entweder das Eis nicht so bedrängt hat, oder ihnen ein Rückzug in den Süden offen stand, welchen bei uns die Gebirge verwehrten.

Mitten in dieser arktischen Flora Deutschlands und Frankreichs weideten damals an den in ihrer Ausdehnung veränderlichen, eisfreien Stellen Renthierheerden, Steinböcke und Moschusochsen, wo vordem Affen und andere Tropenbewohner in Palmendickichten gehaust hatten; nordische Bären und Vielfraße waren verbreitete Thiere und ausgestorbene Nashörner und Elephanten mit dickem wolligem Pelze, vervollständigten die Staffage des unwirthlichen Bildes. Und siehe da, unter ihnen sehen wir zuerst auch den in Felle gehüllten Menschen erscheinen, einen Wilden, der kläglich wie die

Eskimos heute, sein Dasein fristete. Damit sind wir am Zielpunkte unseres skizzenhaften Umrisses der Erdgeschichte angelangt. Langsam haben sich die Gletscher zurückgezogen, lange Jahrhunderte lag die nordische Tiefebene als öde, von Wildpferden, Springhasen und andern Nagern belebte Steppe da, bis der Wald von Süden wieder erobernd vordrang und sie mit einem zwar einförmigeren Kleide als früher, aber mit desto frischerem Grün neu bekleidete.

Wiederholt hat man, wie schon erwähnt, die Zeiträume zu bestimmen gesucht, welche sowohl seit dem Beginn der letzten Epoche, in der wir leben, verflossen sein mögen, als bis zu derselben, um dadurch eine Altersschätzung der Erde überhaupt anzubahnen. Auch die Quartärformation hat sich dazu nicht geeigneter erwiesen, als die früheren Absatzbildungen, denn je nachdem man von der einen oder der andern astronomischen Hypothese ausgeht oder diese ganz verwirft, gelangt man zu höchst verschiedenen Zeitschätzungen. Ebenso wenig hat sich die früher beliebte Rechnungsmethode, nach welcher sich der Meeresboden im Jahrhundert um zwei Zoll erhöhen sollte, wonach für die gesammten Absatzbildungen eine Unsumme von Jahrmillionen herausgerechnet wird, den Beifall ernsterer Forscher erwerben können. Denn jede Anwendung von Schlüssen aus heute gemachten Zeitbeobachtungen über das Wachsthum von Schlammschichten auf die Entstehungszeit älterer, die unter ganz verschiedenen Umständen, bald schneller, bald langsamer geschehen konnten, erscheint als bloßer Hohn auf mathematische Begründungen. Nur soviel können wir als ausgemacht betrachten, daß das Alter der Erde ein ungeheures sein muß, und daß die Zeitspanne, während welcher der Mensch sie bewohnt, für den sie als Wohnplatz gebildet sein soll, äußerst geringfügig ist gegen diejenige, in welcher Niemand ihre „Zweckmäßigkeit" bewunderte.

Um eine leichter im Gedächtniß haftende Uebersicht der Schichtenbildungen zu erlangen, mußte man sie, da Kalk-, Thonschiefer-, Sandsteinbildungen u. s. w. sich beständig wiederholen, nach den von ihnen eingeschlossenen Lebensspuren gruppiren, bei denen die Zeitfolge, das Nacheinander in der Stufe ihrer Entwicklung zum Ausdruck gelangt. Wir müssen hier, um eine chronologische Uebersicht des Schichtenbaues der Erde geben zu können, unserer Darstellung vorgreifen, und summarisch von diesen Lebensspuren reden, von denen weiterhin im Einzelnen zu sprechen sein wird. Bei der Namengebung der Schichten hat die Thierwelt naturgemäß vor der Pflanzenwelt meist den Vortritt erhalten. In den zu unterst liegenden laurentischen Schichten hat man mit Ausnahme des später zu erwähnenden sogenannten „kanadischen Morgenwesens" (Eozoon), welches nach der Ansicht der meisten Forscher nur ein Pseudo-Organismus, d. h. eine mineralische Bildung ist, die den Schein eines organischen Wesens angenommen hat, keine Thier- oder Pflanzenreste aufgefunden und deshalb bezeichnet man sie auch wohl als thierlose oder azoische Schichten. In den Algonkin-Schichten, die

unter der cambrischen Formation liegen, kommen dagegen unzweifelhafte Radiolarien-, Armfüßler-, Korallen-, Muschel- und Trilobiten-Reste vor. In den darüber lagernden cambrischen Schichten sind bereits mannigfache, wenn auch im Ganzen spärliche Reste von zur Zeit ihrer Ablagerung in den Meeren lebenden Wesen erhalten und ihre Seltenheit ist zum Theil wohl nur einer geringeren Erhaltbarkeit der niedersten Thiere und Pflanzen, zum Theil auch nachträglichen zerstörenden Einwirkungen zuzuschreiben. Wir treffen nämlich die hierher gehörigen Schichten, selbst was die rein mineralogische Beschaffenheit anbetrifft, in einem Zustande bedeutender Umwandlung an, die hier und da auf von unten heraufdringende Wärmewirkungen zurückzuführen sein mag. Die Kalklager dieser Schichten, welche wir wohl ebenso wie die Kalkbildungen späterer Zeiten, als Schalen- und Gerüstanhäufungen niederer Thiere betrachten dürfen, sind häufig durch halbe Schmelzung unter hohem Druck zu einer marmorartigen Dichtigkeit zusammengesintert, so daß sich keine Spuren der ehemaligen Formen dieser Kalktheile erkennen lassen. Erst in den silurischen Schichten finden wir die Ueberreste einer zahlreicheren Lebewelt, die durch den verhältnißmäßig hohen Grad ihrer Entwicklungsstufe die Vermuthung einer vor ihr vernichteten artenreichen Welt niederer Wesen zur Gewißheit erhebt. Wie man aber in der Völkergeschichte die kleineren Zeitabschnitte nach der Oberherrschaft bestimmter Reiche, wie der Aegypter, Griechen, Römer, Osmanen, Franken, Deutschen u. s. w., oder nach einzelnen Dynastien benennt, so ist die Primordialzeit charakterisirt als die Oberherrschaft des Meeres, als die Dynastie der wirbel- und schädellosen Thiere und landschaftlich oder vielmehr meerschaftlich als die Zeit der submarinen Tangwälder, wenn auch bereits unverkennbare Spuren von Landpflanzen und Landthieren darunter auftreten.

In den letzten Tagen des Silurmeeres, wohlverstanden erdgeschichtlichen Tagen, von denen jeder Jahrtausende umfaßt, traten bereits die Fische, die Beherrscher der Primärzeit oder des Alterthums der Thierwelt (paläozoische Epoche) auf die Weltbühne. Es ist dies die Zeitfolge, in welcher der alte rothe Sandstein (devonische Formation), die Steinkohlenlager, und darauf der jüngere rothe Sandstein (permische Schichten) abgelagert wurden, was aber nicht so zu verstehen ist, als seien nur Sandsteine und nur Steinkohlen, nicht auch Kalk- oder Schieferbildungen aus diesen ungeheuer langen Zeitabschnitten zu verzeichnen; die genannten Bildungen sind eben nur als die herrschenden, tonangebenden angeführt. Diese drei verschiedenen Formationen oder Systeme erreichen eine Schichtenhöhe von über vierzigtausend Fuß, also etwas über die Hälfte der Primordialzeit-Schichtenhöhe (vergl. S. 79) aber mehr als die doppelte Dicke alles nach ihnen überhaupt noch abgelagerten Weltschuttes. Und doch war die thierische Entwicklung im Wirbelthierreiche erst knapp bis zum Reptil in ihr vorwärtsgedrungen, und noch beschatteten nur wenig

andere Pflanzen den Boden, als farnartige Gewächse, in einer, aus ihren Resten zu schließen, allerdings überaus üppigen Entwicklung. Doch waren schon einzelne Samenpflanzen (Cordaiten) vorhanden.

Die Secundärzeit oder das Mittelalter der Thierwelt (mesozoische Epoche), welche man auch die Herrschaft der Reptilien nennen könnte, erreicht mit allen ihren Unterabtheilungen (Trias-, Jura-, Wealden- und Kreide-Zeit) in ihren Schichtenbildungen eine Mächtigkeit von fünfzehntausend Fuß. Man unterscheidet hier besonders zahlreiche Stufen, so in der Triasformation von unten nach oben folgend: Buntsandstein, Muschelkalk, Keuper und Rhätische Stufe, in der Juraformation: Lias, Dogger und Malm, in der Wealdenformation die Purbeck- und Wälderschichten, in der Kreideformation: Neokom, Gault, Cenoman, Turon und Senon. Inzwischen erschienen die ersten Vögel und die ältesten Säugethiere, um die durch die Farnwälder der vorigen Epoche, zu denen sich jetzt mehr Urfamenpflanzen (Nadelhölzer und Cycadeen), Windblütler und die ersten eigentlichen Blumengewächse (Insectenblütler) gesellten, gereinigte Atmosphäre zu athmen.

Allein die höchste Wirbelthierfamilie, die der Säuger, wurde erst Herr des Gewürms während der Tertiärzeit oder neueren Zeit der Thiere (känozoische Epoche), dem Zeitalter der Säugethiere und Laubwälder, welche man nach Lyells Vorschlag wiederum in eine alte, mittlere und neuere (eocäne, miocäne und pliocäne) Periode theilt, obwohl die Gesammtdicke des in ihr abgelagerten Schutts nur etwa fünftausend Fuß beträgt. Zwischen Eocän und Miocän schieben die meisten neueren Geologen, um die Abschnitte gleichmäßiger zu gestalten, das Oligocän ein. Hierher gehören unter andern die Braunkohlen und Bernstein führenden Schichten (Molasse-Formation).

Vielleicht schon am Ende dieses, jedenfalls in frühen Tagen des nächsten, noch fortdauernden Quartär- oder Quarternär-Zeitalters, erschien dann der vorzugsweise als „Krone der Schöpfung" bezeichnete Mensch auf der Weltbühne, seit dessen Erscheinen höchstens fünfhundert Fuß Weltschutt auf den Meeresboden hingeschlemmt worden sind, was einem halben Procent der Gesammtablagerung entspricht. Auch die Schichtenbildungen dieser Epoche theilt man wiederum in zwei Abtheilungen, in das Pleistocän oder Diluvium, so genannt, weil man früher in ihm die Spuren einer großen allgemeinen Fluth (Sintfluth) zu erkennen glaubte, die sich aber meist als Wirkungen der Eis- oder Gletscherzeit herausgestellt haben, und in das jüngere Alluvium oder angeschwemmte Land, unter welchem man nur diejenigen Neubildungen versteht, welche erst von den Flüssen und Gewässern in ihrer heutigen Vertheilung erzeugt wurden. Aber ebenso wie die früheren Bildungen gehen auch diese jüngeren unmerklich in einander über; die ganze Eintheilung ist nur ein Nothbehelf, um einzelne Phasen der Erdbildung und Erdgeschichte überhaupt kurz be-

zeichnen und nothdürftig auseinander halten zu können. Man unterscheidet als letzte wohl auch noch eine Kulturschicht, die der Mensch durch unmittelbare Einwirkung verändert hat. Allein die Kulturzeit, die Epoche, von der geschichtliche Ueberlieferungen existiren, kann von der Quartärzeit wiederum nur einen letzten und kleinsten Bruchtheil für sich in Anspruch nehmen; was wir Weltgeschichte nennen, ist also ein ganz verschwindender Theil, eine Sekunde in der Geschichte der Erde, geschweige denn in derjenigen der Welt. Die Tafel auf der folgenden Seite giebt ein ungefähres Bild der Ueberlagerung und Eintheilung der hauptsächlichsten Schichten mit Andeutung der Dicken-Abnahme der Absätze in den jüngeren Epochen, wobei aber die jüngsten Schichten der Druckeinrichtung wegen, noch erheblich mehr Raum einnehmen, als sie im Verhältniß zu den älteren eigentlich dürften.

Wie schon oben bemerkt wurde, ist auch die Eintheilung in Zeitalter, die durch überall verschieden starke, übereinanderlagernde Absatzbildungen begrenzt werden, nur um eine allgemein verständliche Bezeichnungsweise zu gewinnen, von dem Auftreten neuer Lebensformen und dem Verschwinden ganzer Gruppen anderer abgeleitet worden. Man darf aber daraus keineswegs mit früheren Gesteins- und Thierkundigen schließen, daß mehrmals in der Welt eine vollkommene Vernichtung des Bestehenden und Neuschöpfungen stattgefunden hätten. Der Schein der Lückenhaftigkeit und vollkommenen Neuheit der Lebensformen einer überlagernden Schicht, welcher zu dieser irrthümlichen Auffassung geführt hat, entsteht vielmehr dadurch, daß das Wasser an keinem bekannten Orte der Welt ununterbrochen seine Schlammschichten abgesetzt hat. Ueberall folgten sich Hebungen und Senkungen und ehe die Welle zu einem ehedem verlassenen Orte wiederum zurückkehrte, hatte dessen Lebewelt sich größtentheils so umgewandelt oder war durch Einwanderungen so verändert worden, daß (allerdings mit Ausnahmen, die häufig genug vorkommen) die jüngeren Schichten auch meist verschiedene Formen enthalten.

Bei dieser Klassifikation der Schichten nach den von ihnen eingeschlossenen Versteinerungen ist vor allem die unverkennbare Beschleunigung des Fortschrittes der Lebensformen, wie sie die abnehmende Dicke der jüngeren Schichten anzeigt, von Interesse. Auch in der Natur scheint das Sprichwort zu gelten, daß der erste Schritt immer der schwerste sei. Wie der fallende Stein seine Geschwindigkeit stetig vermehrt, so scheint sich der Fortschritt des Lebens zunehmend beschleunigt zu haben. Heute bedeutet ein Jahrhundert für die Kultur mehr als vordem Jahrtausende: so währte die Herrschaft der niedern Thiere durch unendliche Zeiträume, während die höheren mit immer kürzeren Fristen sich begnügen mußten, an der Spitze der Schöpfung zu stehen, worauf in einer Zeitspanne der Mensch sich die ganze Natur unterwarf.

Ueberſicht der Abſatzbildungen nach ihrer Reihenfolge und Mächtigkeit.

Weltalter	Formationen oder Schichtenſyſteme	Gebirgsarten.	Charakterpflanzen	Thierherrſchaften	
Quartär-Epoche	Alluvium Diluvium (Pleiſtocän)	Angeſchwemmtes Land Eiszeitbildungen	Kulturgewächſe	Menſch	Pleiſtocäne Kainolithiſche
Tertiär-Epoche	Pliocäne Miocäne Oligocäne Eocäne	Molaſſe oder Braunkohlen-Gebirge	Blumenpflanzen	Säugethiere	
Sekundär-Epoche oder Mittelalter	Kreide Wealden Jura Trias	Quaderſandſtein Wealden Oolith Lias Keuper Muſchelkalk Bunter Sandſtein	Windblüthler Nadelhölzer Palmenfarne	Urſäuger Vögel Reptile	Meſolithiſche
Primär-Epoche oder Alterthum	Dyas oder Permiſche Carboniſche Devoniſche	Zechſtein Kupferſchieſer Rothliegendes Steinkohlen Kohlenkalk Alter rother Sandſtein	Urſamenpflanzen (Cordaiten) Farnartige Gewächſe	Amphibien Doppelathmer Fiſche	Paläolithiſche
Primordial-Epoche oder Urzeit der Erde	Siluriſche Kambriſche Huroniſche Laurentiſche	Grauwacke oder älteres Uebergangs-Gebirge Schiefer-Gebirge Gneiß-Gebirge	Ur-Luftpflanzen Meer-Tange	Fiſche Schädelloſe Wirbelthiere Wirbelloſe Thiere Urthiere	Archolithiſche

III.

Die Gestalten des Mineralreichs.

(Krystalle und Edelsteine.)

Nunmehr fordr' ich dich auf, mir zuzugestehen, daß Alles,
Was nur Empfindung hat, aus nicht empfindenden Stoffen
Sei zusammengesetzt. Nicht streitet dagegen Erfahrung,
Noch auch der Augenschein; ja beide führen vielmehr uns
Selbst dahinaus und lehren uns, wie ich behaupte,
Daß aus gefühllosem Stoff die fühlenden Wesen erzeugt sind.

Lucrez, Von der Natur der Dinge, II, v. 837 ff.

Wie groß auch der Fortschritt sein mag, den die Welt von ihrem Ursprunge bis zur Bildung eines meerumflossenen Planeten durchzumachen hatte, wie verschiedenartig auch die Wandlungen des Stoffes auf diesem ungeheuren Wege gewesen sein mögen, dem menschlichen Begreifen erscheint das Ergründete in der Regel sehr einfach und unbedeutend gegen die Frage nach dem Ursprunge des Lebens. Die Schwierigkeit entspringt aber hauptsächlich einem eingelebten Vorurtheil, welches die lebende Materie für eine von der „todten" durchgreifend verschiedene oder doch von besondern Kräften gleichsam *besessene* ausgab. Die Chemie hat dieses erstere Vorurtheil zerstört, indem sie zeigte, daß der lebende Körper keine andern Elementarstoffe enthält, als die, welche das gesammte Weltall zusammensetzen, die neuere Physik und Physiologie haben die zweite Hälfte dieser Voraussetzung als unhaltbar erwiesen, indem sie nachwiesen, daß die Aufstellung einer besondern, die andern Naturkräfte beherrschenden Lebenskraft, mit dem als allgemeingiltig anerkannten Gesetze der Einheit der Kraft unvereinbar ist. Seit *Wöhler* im Jahre 1828 gefunden, daß man eine Verbindung, deren Darstellung bis dahin nur dem thierischen Organismus möglich schien, auch im Schmelztiegel des Laboratoriums erzeugen kann, hat die Lebenskraft zu kränkeln angefangen, und ist, nachdem sich solche Angriffe auf ihre souveräne Machtvollkommenheit wiederholt haben, in dem Bewußtsein der modernen Forschung sanft und selig entschlafen. Die zum Theil sehr heftigen Kämpfe dieser Richtung wären der Neuzeit erspart geblieben, wenn man sich allgemein das Denkergebniß *Spinoza's* zu eigen gemacht, daß ein prinzipieller Unterschied zwischen todter und lebender Materie nicht besteht, weil alle Materie belebt ist. Es ist eine der Lebens-

äußerungen des Magnets, einer seiner elementaren, beständigen „Gedanken", das Eisen anzuziehen, und so ganz Unrecht hatte Thales gewiß nicht, als er dem Magnete eine Seele zuschrieb. Wir können diese Seele niederster Stufe vernichten, wenn wir den Magnetstein in einer Schale zerreiben, grade als wenn wir einen Organismus in kleinste Stücke zerschneiden. Eine besondere Anordnung der kleinsten Theile erzeugt in dem Minerale eine nach außen wirkende Kraft, welche verschwindet, wenn man diese Anordnung zerstört.

Der Mehrzahl chemischer Stoffe wohnt das Bestreben ein, unter Umständen, die eine ungehinderte Anordnung der Theile für längern Bestand begünstigen, individuelle Gestalten, sogenannte Krystallformen anzunehmen, strengste und in gewissen Grenzen gleichbleibende Verkörperungen mathematischer Formgesetze. Man beobachtet dabei das erstaunlichste Wechselverhältniß zwischen Form und Inhalt, was besonders bei einigen Doppelverbindungen zu Tage tritt, in denen chemisch gleichwerthige Bestandtheile einander in wechselnden Mengen ersetzen können, wobei, während der Grundplan der Gestalt derselbe bleibt, die Winkelgrößen der ebenen Begrenzungsflächen, genau der mehr oder minder großen Menge eines Bestandtheils der Verbindung entsprechend, um einige Grade zu- oder abnehmen, und sich bei gleichem Mischungsverhältniß gleich bleiben. Schon Empedokles hatte ausgesprochen, die Seele sei das Formbedingende und bilde den Körper, richtiger wäre es zu sagen, sie sei der innere Ausdruck einer bestimmten Anordnung und Wechselwirkung der Theile. Darum muß Allem eine Seele zugesprochen werden, dem eine individuelle Form zukommt; Krystall, Pflanze und Thier sind in verschiedenen Abstufungen beseelte Wesen. Denn schon bei dem Krystalle bemerken wir die Aufsammlung bestimmter Kräfte, die in derselben Masse, so lange sie gestaltlos in Pulverform oder Auflösung bestand, nicht nachweisbar waren, die also von der Anordnung der Theile abhängig sind. Es fährt keine Seele von außen in den krystallisirenden Stoff, dessen ungeachtet benimmt sich das neue Individuum in durchaus persönlicher Weise gegen Licht, Wärme, Electricität und Magnetismus, es bildet in bestimmten Richtungen Kraftgegensätze, Polaritäten aus, deren Wesen uns genau so dunkel ist, wie das der thierischen Seele. Das Krystallindividuum ergänzt, in die Mutterlauge zurückgebracht, erlittene Verletzungen, wie der Eidechse der verlorene Schwanz wieder wächst und es kann, als ob ihm ein ewiges Leben innewohne, nach Jahrtausende währender Unterbrechung weiterwachsen, wie man an tiefvioletten Amethystkrystallen sieht, die als farblose Bergkrystalle weitergewachsen sind. Wenn aber Verletzungen bei Krystallen auszubessern sind, so erfolgt zunächst in schnellerem Tempo, wie Loir 1881 an Alaunkrystallen beobachtete, die Ergänzung der fehlenden Ecken und Kanten, bevor das allgemeine Weiterwachsthum langsam einsetzt. Selbst zerfressene, zerbrochene und gerundete Feldspathkrystalle und Sandkörner, die vor undenklichen

Zeiten aus Urgesteinen und Quarziten herausgelöst und abgerieben wurden, wachsen bei geeigneter Behandlung durch die ihnen eigene *Verjüngungskraft* neu zur regelrechten Form heran. Ein Krystall regt ferner die Bildung gleicher Individuen an, die sich sonst nicht gebildet haben würden, und geht mit denselben, also mit Außendingen, bestimmte Verhältnisse ein. Hier finden ganz auffallende Einwirkungen statt, die, obwohl sie den einfachst denkbaren Fall darstellen, uns schon räthselhaft bleiben, die uns aber allein den Schlüssel zum Verständniß zusammengesetzter Erscheinungen derselben Gattung liefern können. Der Schwefel, bekanntlich ein Elementarstoff, vermag je nach der Temperatur, bei welcher er aus dem flüssigen in den festen Zustand übergeht, ganz verschiedene Gestalten anzunehmen, eine oktaëdrische und eine prismatische Form. Hängt man nun zwei dieser Krystalle an feinen Platindrähten in eine übersättigte Auflösung von Schwefel in Benzol hinein, so bilden sich in der Nähe des prismatischen Krystalles neue Prismen, in der Umgebung der oktaëdrischen Form aber ihres Gleichen, bis sich schließlich die beiden Krystallheere erreichen, worauf beim ersten Zusammenstoß die letztere Form ganz unterdrückt wird, ein *Kampf um's Dasein unter den Krystallen*.

Ein lebhaft an biologische Verhältnisse erinnerndes Vermögen liegt schon in dem Umstande, daß der wachsende Krystall durch die äußeren Umstände, Wärme, Concentration der Lösung, ja durch die Gegenwart fremder Stoffe, die gar nicht in seine Zusammensetzung eingehen, beeinflußt wird, und darnach seine Gestalt verändert, wie die lebenden Wesen sich ihrer jeweiligen Umgebung *anpassen*. Die Gegenwart gewisser Stoffe hindert andere am Krystallisiren. Ueber dieses Vermögen der Krystallkräfte sich nach äußern Einwirkungen einzurichten, und hiernach in der äußern Gestalten-Ausprägung und Rückwirkung auf die Außenwelt zu variiren, kann uns nichts einen mehr belehrenden Aufschluß geben, als die Schneeflocke in ihrem wunderbaren Formenreichthum. Es giebt in der Natur kaum zum zweiten Male, und weder im Pflanzenreiche, noch in der Thierwelt eine so erschöpfende Variation einer einfachen Grundform, die immer auf dieselben Elemente zurückführbar, so viel Eleganz mit gleich viel gesetzmäßiger Starrheit verbände (Fig. 54). Hunderte dieser Gestalten, eine immer schöner als die andere, und jede in sich vollendet, sind von aufmerksamen Beobachtern abgebildet worden, unendlich mehr ruhen, wie der Beschauer dieser kaleidoskopischen Wunder zugeben wird, in der Möglichkeit. Und wenn wir nun bedenken, daß aller dieser Formenreichthum, der unsern Schönheitssinn befriedigt, eine Werdelust, die sich nie genug gethan, schon in dieser einfachsten aller Verbindungen ruhen, und nur in die Erscheinung gerufen werden, wenn die Kälte der in ihr schlummernden Gestaltungskraft zu Hilfe kommt, und so zu sagen ihre Gedanken festhält, so werden uns die wunderbaren morphologischen Fähigkeiten zusammengesetzterer Verbindungen, die sich unter günstigen Bedingungen entfalten können, begreiflicher werden.

Zum 60. Geburtstag von Bertolt Brecht hält Jan Knopf eine Rede, in der er Brechts Leben und Werk würdigt. Er betont, dass Brecht ein Dichter war, der sich mit seinen Werken immer in die Politik einmischte. Er wollte, dass sich die Menschen verändern. Deshalb schrieb er Stücke, die zum Nachdenken anregen sollten. Er wollte, dass sich die Menschen selbst eine Meinung bilden. Er wollte nicht, dass sie seine Meinung übernehmen. Er wollte, dass sie selbst denken. Er wollte, dass sie selbst handeln. Er wollte, dass sie selbst verändern. Er wollte, dass sie selbst leben. Er wollte, dass sie selbst lieben. Er wollte, dass sie selbst hassen. Er wollte, dass sie selbst weinen. Er wollte, dass sie selbst lachen. Er wollte, dass sie selbst sterben. Er wollte, dass sie selbst geboren werden

indifferentesten Verbindung, die wir kennen, den gestaltenden Einflüssen der Außenwelt entgegen.

Nachdem man sich zu dem Zugeständniß gezwungen gesehen, daß Kräfte und Bestandtheile der organischen und unorganischen Körper völlig übereinstimmen, haben die Anhänger der spiritualistischen Richtung der Naturerklärung im lebenden Körper immer noch nach einer besondern zusammenhaltenden und die übrigen Thätigkeiten bestimmenden Kraft gesucht, nach deren Entfernung erst die Naturkräfte wieder in ihre gewöhnliche Machtvollkommenheit treten sollten. Man hat die Spuren dieser sogenannten, heutzutage nach langer Verbannung aus der Wissenschaft wieder zum Scheinleben erweckten „Lebenskraft" unter andern an optischen Eigenschaften nachzuweisen versucht, welche ausschließlich Stoffen eigen sein sollten, die durch den Lebensprozeß erzeugt werden. An zahlreichen Producten des Thier- und Pflanzenreiches hatten die Physiker die Eigenschaft entdeckt, die Polarisationsebene des Lichtes im Kreise herumzudrehen. Nach gewissen, von dem Physiker Biot zuerst ausgesprochenen und später besonders von dem Botaniker Nägeli ausgeführten Ideen sollte ausschließlich der Lebensproceß im Stande sein, den kleinsten Theilen einer Verbindung diejenige Anordnung zu ertheilen, welche erforderlich ist, um die erwähnte optische Wirkung hervorzubringen. Wenn es also auch der chemischen Kunst gelungen wäre, eine Reihe von Stoffen, die vorübergehend im pflanzlichen oder thierischen Körper auftreten, darzustellen, so sollte dies doch nie mit einer solchen, das Wunder der Kreispolarisation darbietenden Substanz, wie Zucker, Dextrin, Gummi, den meisten ätherischen Oelen, Aepfelsäure, Weinsteinsäure u. s. w. geschehen können, die sich gleichsam als halb organisirt und vom Hauche des Lebens berührt erweisen. Aber vor einer Reihe von Jahren ist es dem Chemiker Jungfleisch gelungen, auch diesen letzten Hort der Lebenskraft zu zerstören, indem er die drehende Säure des Weines, deren Erzeugung nur der Rebe resp. andern Obstgehölzen möglich sein sollte, aus Bestandtheilen zusammensetzte, die nie mit lebenden Körpern in Berührung gewesen zu sein brauchten und nie von deren „Lebenskraft" irgend eine Beeinflussung erfahren hatten. Zuckerstoffe und selbst eiweißartige Stoffe sind gefolgt.

Es entspricht der Auffassung vom Werden, die wir hier vielleicht ohne Beifall ausführen, eine erste Individualisation des Weltstoffs nnd Sammlung dessen, was Spinoza die allgemeine Denkkraft der Substanz nannte, in einer Welt der Krystalle verkörpert zu sehen. Es wäre der erste Anlauf des vorher luftförmigen, feuerflüssigen, oder aufgelösten Stoffes, Gestalt zu gewinnen, eine Vorstufe des Lebens, ein erstes Wachsen und Wirken als Individuum, welches wir in dieser Welt der Krystalle und Edelsteine, die der lebendigen Schöpfung vorausging, studiren können. Alle Bedingungen zu ihrer Bildung waren in einer Weise vorhanden, wie sie die Erdoberfläche später nie wieder darbieten konnte. Geschmolzene Massen von un-

Blattformen, so kann man sich auch von den Blattformen eine Vorstellung machen, wenn man sie nach den Blatträndern ordnet. Es giebt ganzrandige, gezähnte, gesägte, gekerbte, gelappte, fiederspaltige, fiedertheilige, fiederschnittige Blätter. Man bezeichnet z. B. einen Rand, der mit kleinen Zähnen versehen ist, als gezähnt, einen solchen, der mit größeren Zähnen versehen ist, als gesägt, einen solchen, der mit Einschnitten versehen ist, als gelappt, einen solchen, der mit tiefen Einschnitten versehen ist, als fiederspaltig, einen solchen, der mit noch tieferen Einschnitten versehen ist, als fiedertheilig, einen solchen, der mit noch tieferen Einschnitten versehen ist, als fiederschnittig.

Blattform des Kreuzkrautes (Senecio Jacobaea).

Kreuz- oder Ehrenkraut (Senecio Jacobaea) ist ein weit verbreitetes und bekanntes Unkraut. Der ästenreiche, fast bis fußhohe Stengel trägt viele gelbe Blumen, die in einer Doldentraube stehen. Die Blätter sind fiederspaltig, die Lappen sind wieder gezähnt. Die Pflanze ist giftig und wird deshalb von Pferden und Rindern nicht gefressen. Die Kühe der Marschen übersehen es leichter, wenn sie es mit dem Futter aufnehmen, als die Pferde, welche wählerischer sind. Das Kreuzkraut ist ein Unkraut, das sich durch Samen vermehrt, die mit Flugapparaten versehen sind. Es ist ein Unkraut, das sich auf Weideplätzen, in Gärten und auf Feldern und auf Wiesen findet.

und Aeſte bildend, ſich rankend und reichliche Blätter treibend, zu einem mineraliſchen Baum empor, als ſchlummerte eine Ahnung, ein Werdetrieb in ihm, der ihn die Formen vorbilden ließe, die erſt der organiſche Stoff erreichen kann. Aber auch in dieſen Dendriten beſtimmt ein gemeinſamer, durch das ganze Gewächs pulſirender Antrieb das Weiterwachsthum, ſei es auch nur ein einfacher elektriſcher Strom, der ein Kryſtallblättchen nöthigt, ſich an das andre zu lehnen, wie im organiſchen Reiche Zelle an Zelle. In den Moosachaten und manchen Kalkſteinen nehmen die Dendriten ſo frappant pflanzenartige Formen an, daß der Forſcher zweimal hinſehen muß, um ſich zu überzeugen, daß es nicht das Skelett eines orga-

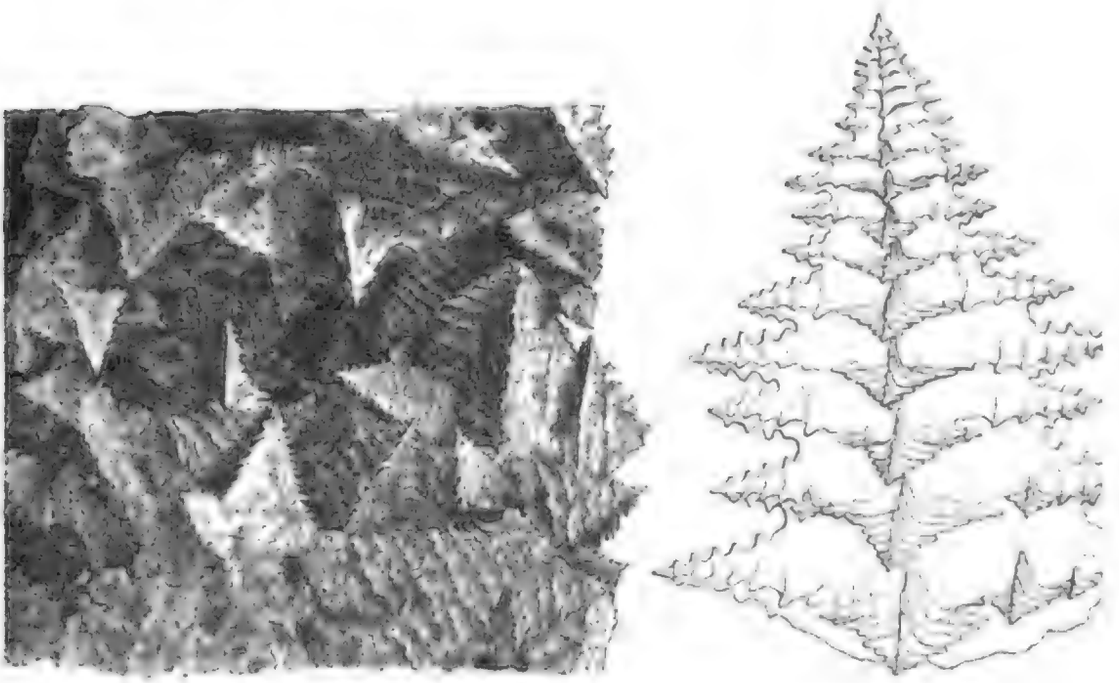


Fig. 56.
Kryſtalldruſe im gegoſſenen Eiſen, nebſt vergrößerter Einzelgruppe.

niſchen Weſens iſt, was er vor ſich ſieht; ſo täuſchend ſind die Moosbäumchen, daß die florentiner Moſaik derartige Platten mit geringer künſtlicher Nachhilfe in Landſchaften verwandelt, deren ſchönſter Schmuck eben dieſe zierlichen Baumgeſtalten ſind (Fig. 55). Selbſt das dichte Metall neigt dazu, wenn es aus dem flüſſigen Zuſtande in den feſten übergeht, Kryſtallgruppen von oft zierlichſter Anordnung zu bilden, ſo z. B. das Eiſen, mag es im Schmelzofen oder als Meteorſtein erkalten: aber oft, wie beim Zinnblech oder dem Meteorſtein iſt eine Anätzung der Oberfläche nöthig, um das zierliche „Moiré“ oder die Widmannſtätten'ſchen Kryſtallfiguren hervorzurufen (Fig. 56). Phantaſiereiche Naturforſcher haben noch in neuerer Zeit derartige Kryſtallbildungen der Urgeſteine oder Meteorſteine für Reſte organiſcher Weſen angeſehen, ja die Meteor-

steine als ganz und gar aus den Trümmern organischer Wesen zusammengesetzt erkennen wollen, allein weniger gläubige Naturforscher haben den Gegenbeweis geliefert, daß derartige strahlige und polygone Bildungen auch bei der künstlichen Darstellung der Mineralien, die in den Meteorsteinen vorkommen, erhalten werden, und namentlich aus Enstatit (kieselsaurer Magnesia) bestehen.

Jene schimmernde Vegetation der Gnomen und Zwerge haben die alten Chemiker wiederzuerwecken gesucht, kühne Phantasten, die etwas von der Schöpferfreude nachzukosten für die größte Errungenschaft hielten. In der Asche einer Pflanze, meinten sie, müsse etwas von ihrer Gestalt begraben liegen und der Wiedererweckung harren. Diese unter mancherlei Bedingungen hervorrufbare Neuschöpfung nannte man die „Palingenesie der Pflanzen". Mit Entzücken beobachteten diese alten Laboranten, wie sich aus der abgekühlten Aschenlauge zierliche Blättchen und Blüthensterne, ja ganze reichbelaubte Zweige — die Krystallgruppirungen der Aschensalze abschieden. Es war eine liebenswürdige, naive Freude an der Allmächtigkeit des Naturwaltens, über die man nicht lachen sollte. In hübschen Experimenten, die sich noch heute sehen lassen können, wußte man die Metalle aus ihren Auflösungen in der Gestalt prächtiger Bäume und Gesträuche, zum Theil mit gezackten Blättchen oder Nadeln abzuschneiden: ein Tropfen Quecksilber ließ den Dianenbaum in der Silberlösung, ein Stückchen Zink den Saturnusbaum in der Bleizucker-Auflösung und ein Körnchen grüner Vitriol den Glauber'schen Eisenbaum in der Wasserglasflüssigkeit lustig emporsprossen. Mit athemloser Spannung saßen die alten Chemiker vor dem Glase, in welchem sich ein solches mysterium naturae oder miraculum artis vollzog, und beobachteten das allmälige Wachsthum der Metallvegetation mit inniger, kindlicher Theilnahme.

Damit noch nicht zufrieden, dachten sie mit Hilfe der spagyrischen Kunst sogar ein lebendes allwissendes Menschlein ohne Zuthun einer andern Mutter, als der Chemie, in einer Phiole zu Wege zu bringen, welche letztere, um die zur Erzeugung nothwendige gleichmäßige Wärme zu erhalten, in den Bauch eines Pferdes oder wenigstens in Pferdemist verborgen werden sollte. In dem Buche des Paracelsus über die Natur der Dinge findet man ausführlich auseinandergesetzt, wie das Unternehmen anzufangen sei, um es zu glücklichem Erfolge zu führen. Wenn das Geschöpfchen sich gebildet habe, höre man plötzlich einen feinen Schrei im Glase. Dann müsse es sorgsam mit Menschenblut gesäugt werden, bis es erstarke und die auf seine Erzeugung verwendete Sorgfalt reichlich belohnen könne durch immer bereiten Rath und allgemeines Wissen. Aber nur unter ausnahmsweise günstigen Aspekten, unter fortwährenden Anrufungen des Himmels und Gebeten, um den sakrilegischen Versuch, die Geheimnisse Gottes nachzuahmen, dadurch zu sühnen, könnten derartige große Werke gelingen.

Nach und nach sind die Chemiker in ihren Schöpfungsplänen bescheidener geworden. Die Gebilde der ersten Gestalten-Welt nachzuahmen, ist ihnen mit befriedigender Vollkommenheit gelungen, obwohl doch nicht alle Bürger derselben auf den Wink ihres Zauberstabes erstehen wollten. Viele Urmineralien, die auf den Feuerzustand der Erde zurückweisen, wie z. B. Feldspathe aller Arten, hat man in neuerer Zeit künstlich dargestellt; auch Edelsteine, wie den Rubin und Sapphir, die beide aus krystallisirter und durch Metalloxyde gefärbter Thonerde bestehen, haben Chemiker in ansehnlichen Krystallen erzeugt; der Lapis Lazuli, dessen Pulver die alten Maler mit Gold aufwiegen mußten, wenn sie das Gewand der Gottesmutter oder einer hoch verehrten Heiligen mit dem prächtigen Blau dieses Halbedelsteines schmücken wollten, wird heute als künstliches Ultramarin centnerweise aus unedlem Materiale gewonnen. Auch der kostbarste aller Steine, auf dessen Darstellung deshalb im Geheimen die meisten Mühen verschwendet worden sind, hat, nachdem er lange aller Versuche dieser Urwelts-Nachpfuschung gespottet hatte, endlich der Kunst der Chemiker seine Entstehungsweise ahnen lassen; Moissan hat, freilich sehr winzige Diamanten aus einer Lösung von Graphit in geschmolzenem Gußeisen oder anderen Metallen, die unter starkem Drucke erkalteten, darstellen können. Schon Newton hatte die Vermuthung ausgesprochen, daß in diesem härtesten und farbenfunkelndsten aller Körper, dem Diamanten, ein brennbarer Stoff enthalten sein müsse, daß er kein eigentliches feuerbeständiges Mineral sei, wie die andern Steine. In Folge dieser Aeußerung veranlaßte Cosmus III. die Florenzer Akademie im Jahre 1694, den Unbezwinglichen (Adamas), wie ihn die Alten genannt, im Fokus eines großen Brennspiegels der Feuerprobe auszusetzen, welche er nicht bestand. Hier, wo Gold und Silber wie Wachs schmolzen, bekam der Stein alsbald Risse, erglühte unter Funkensprühen und verschwand. Es war ein fürstlicher Versuch, welchen Kaiser Franz I. in Wien (1750) wiederholen ließ. Lavoisier, der in der französischen Revolution der Guillotine zum Opfer gefallene Schöpfer der neueren Chemie, erkannte, daß er sich dabei in dieselbe Luftart verwandelt, welche den Hauptbestandtheil des Rauches unserer Kamine ausmacht, in Kohlensäure. Der Diamant ist ein Bruder des Graphites, aus dem die Bleistifte gemacht werden, und des schwarzen Rußes: nichts als krystallisirter Kohlenstoff.

Aber es giebt eine Eigenthümlichkeit an diesem Fürsten des Edelsteinreiches, die ihn vor den meisten geringeren Steinen in nachdenklicher Weise auszeichnet; er ist nicht wie andere Krystalle von ebenen, sondern von gebogenen Flächen begrenzt. (Figur 57.) Kein anderer Elementarstoff bietet soviel wir wissen, eine ähnliche Formbildung und der Kohlenstoff kündete dadurch bereits im Urreiche an, daß er etwas Besonderes sei, andere Machtvollkommenheiten in sich berge, als die Schaar der übrigen Elemente. Und dieselbe Auserwähltheit spricht uns auch aus seiner unübertroffenen

Härte, aus dem unvergleichlichen Lichtbrechungsvermögen entgegen. Man möchte glauben, daß zahlreiche Kohlenstoffverbindungen dieses Vermögen, krummflächige Krystalle zu bilden, „geerbt" haben und daß diese sogenannten „Krystalloide" geradezu eine Uebergangsform vom Krystall zu der Zelle, dem Elemente der organischen Welt, vorstellen. Seit der bekannte Anatom Reichert im Jahre 1849 im Körper des Meerschweinchen Eiweißkrystalle gefunden hat, welche weich sind, die umgebende Flüssigkeit aufsaugen können, um sich dadurch aufzublähen, wie eine geschlossene Membrane, und

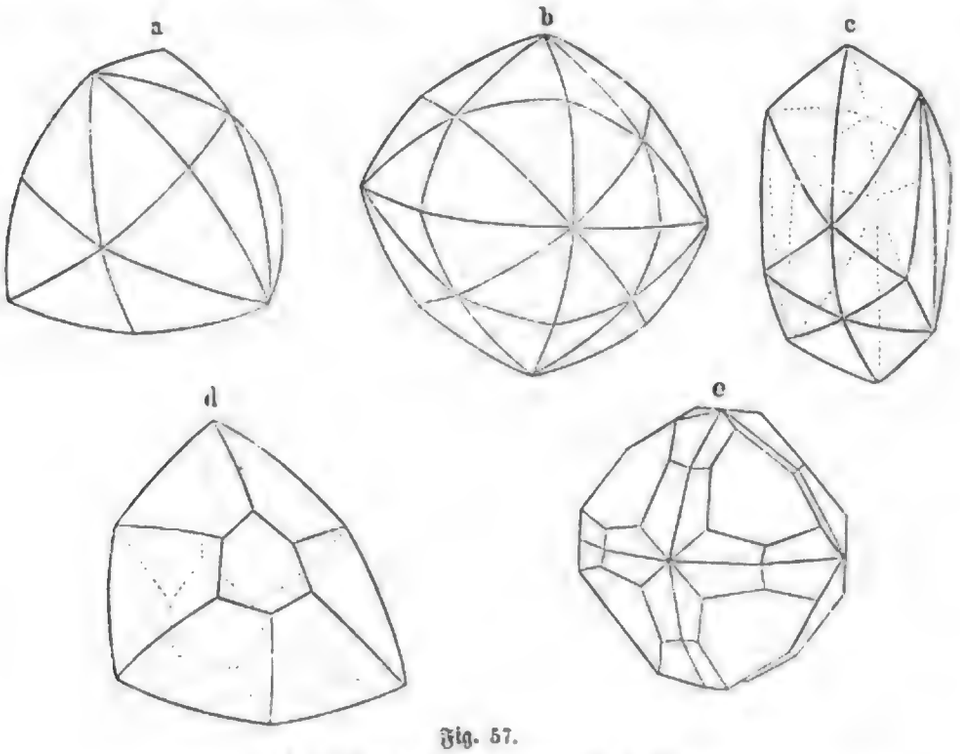


Fig. 57.
Rohe krummflächige Diamant-Krystalle
a Hexakis-Tetraëder. b c Hexakis-Oktaëder. d e Ableitungsformen beider.

also im Innern zu wachsen, während sich die Krystalle nur durch äußern Ansatz vergrößern, hat man dergleichen Krystalloide, wie sie Nägeli genannt hat, in den Zellen zahlreicher Pflanzen und Thiere aufgefunden. Es sind Krystallformen, die sich durchweg auf die starren, mathematisch bestimmten Gestalten der anorganischen Welt zurückführen lassen, aber krumme Flächen besitzen und sich gleichsam ernähren.

Solche Krystalloide, deren Bildung Hanstein auch außerhalb des lebenden Körpers beobachtet hat, fanden also bereits ihr Urbild in einer Zeit, in welcher man kaum wagt, nach Spuren organischen Lebens zu suchen. Und zwar ist dieses vorweltliche Krystalloid, der Diamant, welcher meist aus olivinhaltigen Gesteinen zu stammen scheint, auch in Meteoriten vorkommt, oft ein Riese gegen diejenigen, deren Bildung wir heute beobachten, und meistens ohne Mikroskop nicht einmal wahrnehmen würden.

Man hatte aus dieser Form, sowie auch aus manchen andern Eigenschaften geschlossen, daß der Diamant nicht auf feuerflüssigem Wege entstanden sein könne, wie er selber nicht feuerbeständig ist, und sich in starker Hitze aufbläht und in Graphit verwandelt, sondern daß er vielmehr als weiches, langsam gewachsenes Krystalloid entstanden sein müsse. Selbst Liebig sprach seine Meinung dahin aus, daß er wahrscheinlich das Zersetzungsproduct einer ehemaligen organischen Bildung sein möge. Brewster hatte schon früher Luftbläschen und Flüssigkeitströpfchen in demselben gesehen, Petzold wollte Ueberbleibsel organischer Zellbildung wahrgenommen haben und Göppert nahm 1854 unter dem Mikroskope eine Art Netz- oder Maschenbildung in dem kostbaren Steine wahr, welche, wenn nicht auf organische Zellen, doch auf ein System regelmäßiger Sprünge hinwies, wie sich solche nur in weichen, langsam trocknenden, organischen Massen (wie Gummi und Harzen) bilden. Auch mancherlei äußere Eindrücke von Sand und spitzigen Steinchen, wie man sie an den äußern Flächen einzelner Diamanten beobachtet hat, schienen für eine ursprünglich weiche Beschaffenheit des Krystalloids zu sprechen. Vor längern Jahren hatte Göppert sogar Diamanten untersucht, welche traubenförmig gehäufte, grüne Kügelchen enthielten, die auf's Täuschendste den Zellen gewisser niederer Pflanzen (Algen) glichen, und war nicht abgeneigt, in ihnen wirkliche Reste eines Urorganismus pflanzlicher Natur zu erkennen, dem wir die Diamanten-Bildung verdanken sollten. Solche Einschlüsse vermindern außerordentlich den Werth des Edelsteins als Schmuckgegenstand, erhöhen dagegen seine Anziehungskraft für den Forscher. Obige Hypothesen haben heute, nachdem man den Kohlenstoff aus geschmolzenen Metallen in durchsichtiger Form auskrystallisiren sah, sehr an Wahrscheinlichkeit verloren, wenn man auch die Möglichkeit einer mehrfachen Bildungsweise nicht ohne Weiteres bestreiten kann.

Wir sehen sehr häufig, daß Thiere und Pflanzen reine Mineralstoffe in Krystallen oder auch als Gerüstkörper von zierlichster Gestalt, wie die Radiolarien ihre Sterngerüste, Muscheln und Schnecken die Perlen, diese Nebenbuhler der Diamanten-Schönheit, und die Schwämme ihre Hautanker ausscheiden. In der Tiefe des Weltmeeres lebt der sogenannte Glasschwamm (Hyalonema), der ein krystallklares Borstenbündel aus reiner Kieselsäure (dem Bestandtheile der Bergkrystalle oder böhmischen Diamanten) abscheidet, welches den japanischen Damen als prächtiger Kopfschmuck dient. Andere niedere Urwesen erzeugten im Kreidemeer die ursprünglich gallertförmigen Absonderungen der Kieselklumpen, aus denen später der Urmensch seine ersten Waffen und Werkzeuge verfertigte. So sollte ein Lebensproceß der frühesten Urwelt die kohlenstoffreiche Gallerte abgesondert haben, in welcher die Diamanten gewachsen wären, die dann ebenso wie die durch Hitze und Druck aus organischen Resten gesonderten Graphitlager und Kalkeinschlüsse der Urschiefer vielleicht die ältesten Zeugen des Erdenlebens gewesen wären.

Aber wenn auch alle diese Muthmaßungen trügerisch sein sollten, in seinen krummen Flächen verkündet uns der Diamant ein Heraustreten aus der starren Gebundenheit der andern Elemente, eine uralte Bekräftigung dessen, was die Chemie auf anderem Wege gewonnen hat. Denn diese erwies, daß es eine unumgängliche Voraussetzung des Lebens giebt, die Gegenwart des Kohlenstoffs in jedem Leben äußernden Körper. Der Kohlenstoff allein scheint im Stande zu sein, die elementaren Grundkräfte der Materie so weit zu steigern, daß sie, wie zuerst im Krystalloide, zu höheren Lebensthätigkeiten übergehen können. Dieser unumgängliche Gehalt der organischen Körper an Kohlenstoff bildet daher einen fundamentalen Unterschied zwischen ihnen und den Mineralgestalten, und wenn wir den Glauben an ein geheimes Lebensprincip festhalten wollen, so dürfen wir dasselbe fortan nur in den besonderen Molecularkräften des Kohlenstoffs suchen.

Dieser Elementarstoff tritt zwar ebensowohl auch in den Atom-Verband unorganischer Körper ein, zu denen wir z. B. Marmor, Kalkspath und Kreide, überhaupt alle kohlensauren Salze rechnen müssen. Allein hier ist er als ein ersetzbares, nebensächliches Glied vorhanden, während er in den eigentlichen organischen Verbindungen das Centrum, gleichsam das chemische Skelett bildet, an welches sich die andern Elementarstoffe körperbildend anlegen. Es sind insbesondere vier Elemente, welche, wie der Dichter sagt, „innig gesellt" das Leben bilden, nämlich außer dem Kohlenstoff noch Stickstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, die man deshalb auch als „Organogene" unterscheidet. Allein andere Elemente, namentlich Schwefel und Phosphor, gesellen sich ihnen zu, und selbst einige Metalle wie Eisen, Calcium, Natrium treten in innige Beziehungen zu denselben. Aber jeder einzelne von ihnen kann aus dem Verbande fortbleiben, ohne daß der Rest den Charakter einer organischen Verbindung verlieren würde, nur der Kohlenstoff fehlt, so viel wir wissen, in den Milliarden von Verschlingungen, aus denen sich die Mannigfaltigkeit der organischen Welt aufbaut, niemals. Man bezeichnet deshalb die organische Chemie schlechthin als die Lehre von den Verbindungen des Kohlenstoffes, als des organischen Elementes par excellence, und in den Bildformeln, durch welche die moderne Wissenschaft die „Struktur" der organischen Verbindungen zu veranschaulichen sucht, stellt sie den Kohlenstoff gewöhnlich in die Mitte des Schemas, um zu zeigen, wie sich die andern Bausteine um ihn herumlagern und den molekularen Körper aufbauen.

Zu einer solchen, man möchte sagen, Leib und Seele zusammenhaltenden Mittler-Rolle befähigt den im isolirten Zustande anscheinend wenig verbindungslustigen Kohlenstoff, ein einzig dastehendes Vermögen, die zusammengesetztesten Verbindungen zu Stande zu bringen. Die chemischen Elemente verbinden sich bekanntlich nur nach bestimmten Gewichts-Verhältnissen (den sogenannten Atom-Gewichten) mit einander. Das Wort der Bibel, daß die gesammte Welt nach Zahl, Maß und Gewicht geordnet

sei, hat den tiefsinnigen deutschen Chemiker Richter zur Entdeckung dieser Gesetzmäßigkeit geführt. Man hatte nun ferner bemerkt, daß einige gasförmige Elemente, wie der Wasserstoff, dessen Atomgewicht man wegen seiner Leichtigkeit als Einheit für diese Verhältnißzahlen gewählt hat, ferner das Chlor u. a. sich stets als gleiche einfache Volumina (Maßtheile), worin man aus theoretischen Gründen eine gleiche Atomen-Zahl annimmt, mit einander verbinden, während andere Elemente ein, zwei, drei, vier oder mehr Gas-Volumina zur Befriedigung ihrer Verbindungskraft gebrauchen. Man nennt sie hiernach ein-, zwei-, drei-, vier- u. s. w. werthige Elemente und merkwürdiger Weise gehören die vier Grundstoffe des Lebens den vier ersten Klassen an. So erfordert ein Volumen Wasserstoff auch nur ein Volumen des gleichwerthigen Chlorgases um Salzsäure, ein Volumen Sauerstoffgas dagegen zwei Volumina Wasserstoff um Wasser, ein Volumen Stickstoffgas aber drei Volumina Wasserstoff um Ammoniak und ein (hypothetisches) Volumen Kohlenstoffgas vier Volumina Wasserstoff, um den Hauptbestandtheil des Leuchtgases zu bilden. Wir sehen, daß der Kohlenstoff unter den vier Grundsäulen des organischen Lebens der am schwersten zu befriedigende Stoff ist, denn er braucht vier einwerthige oder zwei zweiwerthige, oder ein zweiwerthiges und zwei einwerthige, oder ein dreiwerthiges und ein einwerthiges, oder endlich ein vierwerthiges Atom anderer Stoffe zur Befriedigung seiner chemischen Bedürfnisse. Aber das will noch wenig sagen, die Kohlenstoff-Atome, welche den Kern der organischen Verbindungen bilden, scheinen sich untereinander zu verketten, um auf diese Weise in jede beliebige Combination mit andern Elementen, besonders der drei erstgenannten zu treten. Kein anderes chemisches Element kommt dem Kohlenstoff in dieser Fähigkeit, welche die Möglichkeit von Milliarden verschiedener Verbindungen in sich schließt, gleich, und wir müssen erkennen, daß in dieser seiner besondern Eigenschaft die Möglichkeit einer organischen Schöpfung vorzugsweise schlummerte. Ein moderner Chemiker, welcher die Geschichte der Schöpfung in seine geliebte chemische Zeichensprache übersetzen wollte, dürfte nicht wie Faust beginnen: Im Anfang war das Wort, oder der Sinn, oder die Kraft — „er kann die Kraft allein so hoch unmöglich schätzen" — und mit einem Male Licht erblickend, würde er ausrufen: Im Anfang war der Kohlenstoff mit seinen merkwürdigen inneren Kräften. Nur wo Kohlenstoff in einer geeigneten Form und hinreichenden Menge auf einem Weltkörper vorhanden war, konnte ein organisches Leben, wie wir es kennen, beginnen, denn er stellt den Krystallisationspunkt dieses Lebens dar. Die Atmosphäre und Wasserhülle der jungfräulichen, feuergebornen Erde enthielten unvergleichlich größere Mengen dieses Stoffes als heute Luft und Wasser und zwar ohne Zweifel in Gestalt von Kohlensäure, die noch heute den Ausgangsstoff alles Pflanzenwachsthums bildet, während das höhere Thierleben in einem Uebermaße desselben nicht bestehen kann.

Wie aber der Kohlenstoff das Band darstellt, welches die Stoffe des Lebens zusammenhält, so bleibt er beim Zerfallen derselben, dem Zerstörer Schiwa gegenüber, dessen Rolle in der organischen Welt der Sauerstoff übernommen hat, der letzte auf dem Platze. Mögen die Theile und Erzeugnisse der organischen Welt langsam verwesen oder schnell verbrennen, mögen Wasserstoff und Stickstoff sammt dem Sauerstoff und einem Theil des Kohlenstoffs als übler Geruch oder als leuchtende Flamme von dem Leichname emporgestiegen sein, ganz zuletzt bleibt ein Rest aus mehr oder weniger gereinigtem Kohlenstoff, welcher zuletzt verbrennt oder auch übrig bleibt, wenn die Sauerstoffzufuhr ungenügend war. Wie uns der Kohlenstoff in der Natur zunächst nur als Rest einer Verwesung oder Verbrennung organischer Körper entgegentritt, so haben wir vielleicht neben den Kohlenlagern der Vorwelt auch den Graphit der ältesten geschichteten Felslager als Zeugen einer ältesten organischen Schöpfung, deren Formen gänzlich verloren gegangen sind, zu betrachten. In den meisten solcher Lebensreste, z. B. in der Steinkohle und dem Petroleum, finden wir dem Kohlenstoff noch Wasserstoff zugesellt, als das ihm schon im Leben innigst verbundene Element. Doch nicht die Fähigkeit complicirte Verbindungen mit andern Elementen zu bilden allein, sondern noch mehr die Neigung dieser Verbindungen, sich mannigfach zu verwandeln, die Unbeständigkeit der Kohlenstoffverbindungen, eignet sie in unvergleichlicher Weise zur Hervorbringung unerhörter innerer Wechselwirkungen. Die heutigen Biologen neigen in der That am meisten dazu, den Lebensproceß gleich dem Feuer für einen chemischen Vorgang anzusehen, und seine Unterhaltung durch die große Zersetzbarkeit des Eiweißstoffes, der den Mittelpunkt der Lebensvorgänge darstellt, zu begründen. Löw und Bokorny haben in diesem Sinne besonders auf die große Beweglichkeit und Spannkraft der im lebenden Eiweiß enthaltenen Aldehydgruppe hingewiesen, und gezeigt, daß man in einer alkalischen Silberlösung ein chemisches Reagens des Lebens besitzt, durch welches lebende Eiweißstoffe, durch ihr freies Aldehyd, sich sofort von abgestorbenem Eiweiß, bei welchem eine Verschiebung dieser Molekulargruppe stattgefunden hat, unterscheiden läßt.

Um diesen chemischen Thätigkeiten im lebendigen Körper eine leichte Aufeinanderwirkung zu ermöglichen, bedarf es aber eines indifferenten Zwischenstoffes und Lösungsmittels, welches den Uebergang der Formen erleichtert, ein Vehikel des Lebens, das Wasser. Diese Mutterverbindung, deren Gestaltenreichthum wir in den Schneeflocken bewunderten, tritt auch als Formbestandtheil in viele Individuen der Krystallwelt ein, allein hier als ein durch chemische Anziehung fest gebundenes, die Starrheit der Form nicht lösendes Glied. In die organischen Körper dagegen wird ein Ueberfluß an Wasser aufgenommen, damit die Kohlenstoffverbindungen in demselben gleichsam schwimmen können und dadurch diejenige Beweglichkeit erhalten, welche der Umsetzung der Bestandtheile, dem Stoffwechsel, am

günſtigſten iſt. Es wird dadurch ein ungleichmäßiger, zwiſchen dem feſten und flüſſigen in der Mitte ſtehender Zuſtand gebildet, den man auch als die feſtflüſſige oder weiche Körperform unterſchieden hat. Jedes lebendige Weſen, ſei es Pflanze oder Thier, beſteht ſeinem größeren Theile nach aus dieſer Flüſſigkeit, welche in der unabſehbaren Schaar derſelben, auch nicht ein einziges Mal durch ein anderes Zwiſchenmittel erſetzt werden konnte. Es giebt Gallertthiere und Gallertpflanzen, die kaum einige Procent feſter Subſtanz in ihren durchſcheinenden Organen aufweiſen können, von denen aber doch die erſteren bedeutender Kraftentwicklung fähig ſein können. So iſt denn auch in den mythiſchen Grundanſchauungen aller Völker das Waſſer, der Ocean, die Gebärerin alles Seienden, aus dem, wie Thales von Milet lehrte, alle Dinge ihren Urſprung gezogen hätten. Es iſt, als ob ſich die ewigen Ideen, von denen Plato im Timäus ſpricht, in der lebenvermittelnden Flüſſigkeit auflöſten, um als Schöpfung in die Wirklichkeit zu treten, wie denn Plinius das Meer vom Sternenhimmel, deſſen Bilder aus ihm wiederſcheinen, beſamen läßt. Dennoch bleibt es nur das formvermittelnde Element, und die Nachtmutter der Alten, in welcher alles Leben ſchlummert und träumt, iſt für uns die Kohlenſäure der Urwelt. In der Phantaſie der Völker tritt dem Waſſer gleichſam polariſch, das dem organiſchen Leben feindliche, zerſtörende Prinzip des Feuers entgegen, von welchem mithin die Zerſtörung der Welt erwartet wird.

Eine vom Waſſer vollkommen durchdrungene Kohlenſtoffverbindung würde alſo im einfachſten Falle einen lebenden Körper darſtellen. Wir können die Unterſchiede deſſelben von dem kohlenſtofffreien Individuum am beſten begreifen, wenn wir das Kryſtalloid mit dem Kryſtall vergleichen. Beide können die gleiche Grundform zeigen, und dennoch werden wir bei genauerer Betrachtung die erheblichſten Unterſchiede finden. Im Kryſtall ſind die kleinſten Theilchen wieder dem Ganzen gleiche Formelemente, die in ſtarrer Unverrückbarkeit eine durchaus gleichmäßige Anordnung beſitzen, wodurch, wie in einem Haufen aus Ziegelſteinen, eine Spaltbarkeit in beſtimmten Richtungen vorgezeichnet wird. Beim Kryſtalloid ſind die Theilchen der nicht feſten, ſondern feſtflüſſigen Maſſe verſchiebbar, und die Geſtalt beſitzt deshalb nicht die Unveränderlichkeit des Kryſtalls; ſie kann ſich nach äußeren Einflüſſen verändern. Eine Haut dicht verbundener Theile ſchützt den Inhalt, aber dieſe Haut iſt nicht undurchdringbar für die Flüſſigkeit, in welcher ſich das Kryſtalloid gebildet hat. Letzteres kann Theile derſelben aufnehmen und vermöge des halbflüſſigen Zuſtandes in ſich vertheilen, es wächſt dadurch und wölbt die Flächen, welche beim Kryſtall immer eben bleiben, empor, oder erſcheint eingefallen, wenn es durch Verdunſtung Feuchtigkeit verloren hat. Man könnte demnach von hohlwangigen und pausbäckigen Kryſtalloiden ſprechen. Das Kryſtalloid wächſt durch Aufnahme fremder Subſtanz in ſein Inneres, der Kryſtall nur durch Anſatz an die Oberfläche. Obwohl auch beim Kryſtall, wie wir

an der Schneeflocke gesehen haben, der innere Bildungstrieb durch äußere Einflüsse in bestimmte Bahnen gelenkt werden kann, geschieht dieses doch nur insofern, als diese Einflüsse im Bildungsaugenblicke wirksam sind; beim Krystalloid ist vermöge seiner Aufnahmefähigkeit auch eine nachträgliche Einwirkung der äußern Verhältnisse denkbar. Das ist der wesentlichste und folgenreichste Unterschied zwischen den Gestalten der anorganischen und der Kohlenstoffwelt, denn ganz wie das Krystalloid verhält sich das Grundelement der organischen Welt, die Zelle, welche so lange sie kernlos ist, gradezu als ein Polyeder-Krystalloid, mit unendlich vielen Flächen betrachtet werden kann. Die Seele des Krystalls ist eine starre, diejenige der Zelle aber eine bildsame, und darauf gründet sich die Idee der Entwicklung, welche die moderne Weltanschauung belebt.

Wenn die ältere Chemie kühn und vertrauend an die Pflanzen- und Homunkulus-Fabrikation ging, so hat sich die neuere Wissenschaft nicht sowohl aus Bescheidenheit, als in Anerkennung des Entwicklungsgesetzes die Frage vorgelegt, ob nicht künstlich erzeugte Kohlenstoff-Verbindungen durch gewisse Veranstaltungen dazu gebracht werden könnten, freiwillig Formen anzunehmen, wie der Krystall in der Mutterlauge. Man nennt diese neue Wissenschaft „synthetische Morphologie" und verschiedene Naturforscher, wie Hanstein in Bonn, Traube in Breslau, Hartig in Utrecht, haben es dabei sowohl zur Erzeugung künstlicher Krystalloide, wie zu einer künstlichen Zelle gebracht, resp. gezeigt, daß die Vorgänge ursprünglicher Zellenbildung und Theilung auf rein mechanische Gesetze zurückführbar sind. Traube brachte es sogar zu einem Wachsthum seiner künstlichen, aus Leim und Gerbstoff gebildeten Zellen, in Folge der Einsaugung des Ernährungsstoffes durch die poröse Wandung, ganz wie bei der lebenden Zelle.

Hier, wo es uns nur darauf ankam, zu zeigen, daß die lebendige Welt dem Wesen nach nicht verschieden ist, von der für todt gehaltenen, daß der Kohlenstoff, der heute verbrennt, morgen von einer Gemüsepflanze aufgenommen, übermorgen im Blute des Menschen Gedanken bilden hilft, schon vorher diese Kraft im schlummernden Zustande, als „allgemeine Denkkraft der Materie", wie Spinoza es bezeichnete, besitzen mußte, möge zum Schlusse dieser Betrachtung noch eine Träumerei Platz finden. Leibniz, das Schöpfungsproblem wie eine mathematische Frage erwägend, glaubte gefunden zu haben, daß Gott von den möglichen Welten die beste verwirklicht habe, in der das Böse auf das geringste Maß zurückgeführt sei. Wie stellt sich die Chemie zu dieser Voraussetzung, daß es mehrere grundverschiedene Schöpfungen geben könne? Wir haben oben gesagt, daß alle organischen Verbindungen als Hauptbestandtheil Kohlenstoff enthalten, und daß dieser nie fehlende Bestandtheil ihre Angehörigkeit zum Reiche des Lebens bedinge.

Ein wichtiges chemisches Gesetz lehrt nun aber, daß die meisten Grundstoffe der Verbindungen durch andre von gleicher Werthigkeit ersetzt werden

können, ohne daß der Charakter der Verbindung dadurch im Weſentlichen verändert wird. Kalium, Natrium, Calcium, Silber u. ſ. w. können genau an die Stelle des Waſſerſtoffmetalles in eine Verbindung eintreten, weil alle gleichmäßig einwerthig ſind, ebenſo der zweiwerthige Schwefel an die Stelle eines Atomes Sauerſtoffes, und der dreiwerthige Phosphor an diejenige des gleichwerthigen Stickſtoffes, ohne daß die allgemeinen Eigenſchaften der Verbindungen, in denen dieſe Erſatzwahlen vor ſich gehen, dadurch verändert würden. Fragen wir nun weiter, ob, da alle übrigen Elemente erſetzbar ſcheinen, nicht auch der Kohlenſtoff der organiſchen Körper durch andere Elemente erſetzt werden könnte, ſo bietet ſich unter den übrigen vierwerthigen Elementen allerdings noch ein Stoff, dem man die nöthigen Fähigkeiten zutrauen könnte, nämlich der allverbreitete Kieſelſtoff, wie ich dieſes Element ſtatt Silicium hier nennen will. Man hat dieſen Körper in der That als Erſatzmann des Kohlenſtoffes in verſchiedene Verbindungen, die in organiſchen Weſen vorkommen, oder aus ihnen dargeſtellt werden, eingeführt, man hat eine Kieſel-Ameiſenſäure, die keinen Kohlenſtoff enthält, verſchiedene Kieſel-Alkohole, Kieſel-Chloroform u. ſ. w. dargeſtellt. Es ſcheint ſich alſo hier eine Ausſicht und Gelegenheit zu eröffnen, den Kohlenſtoff von ſeiner bisher behaupteten Alleinherrſchaft im Reiche des Lebens abzuſetzen, die Möglichkeit einer zweiten organiſchen Welt, einer Kieſelſchöpfung. Allein dieſe, ſo möglich ſie auch ſelbſt dem ernſten Chemiker erſcheinen möchte, liegt unerweckt und unerſchaffen, ſchlafend in den Kräften der Materie, und wir ſehen hier wieder einmal das uns in der Natur ſo häufig entgegentretende Princip der Sparſamkeit walten, welche ſtatt zweier möglichen Schöpfungen ſich mit der Verwirklichung einer einzigen, der Kohlenſtoffwelt begnügt hat.

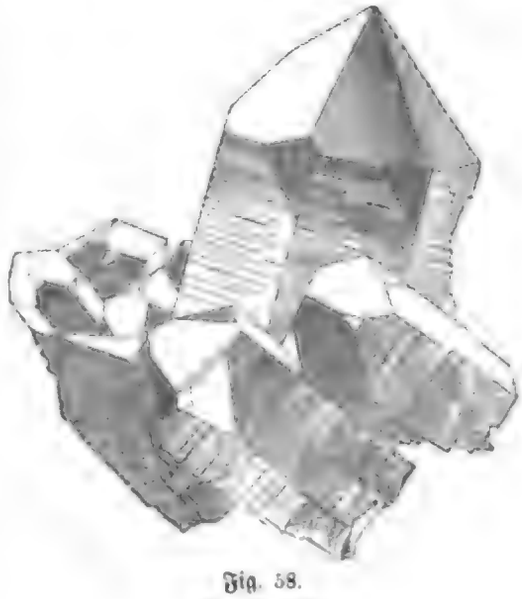


Fig. 58.
Bergkryſtall

Der Kieſelſtoff gehört bekanntlich zu den allverbreitetſten Stoffen unſeres Weltkörpers; er kommt aber, wie es wahrſcheinlich vor dem Beginne des Lebens auch mit dem Kohlenſtoff der Fall war, immer nur in der einen Form, ſeiner Verbindung mit Sauerſtoff (Kieſelſäure) vor. Dieſelbe bildet im reinſten Zuſtande die größten Bürger der Kryſtallwelt, die oft centnerſchweren Bergkryſtalle (Fig. 58), welche in wunderbar anzuſchauenden Kryſtallhöhlen ſchaarenweis gefunden werden, tritt außerdem aber in vielen Mineralien als Hauptbeſtandtheil auf, von dem edlen Topas und

Amethyst herab zum Achat und Chalcedon, bis zum gemeinen Quarz, Sandstein und der Lehmerde. Die Kieselsäure ist, wie man seit nicht gar zu langer Zeit weiß, der Kohlensäure unserer moussirenden Getränke gleich zusammengesetzt, das vierwerthige Kieselstoffatom ist darin mit zwei Atomen des zweiwerthigen Sauerstoffs verbunden. Kohlensäure und Kieselsäure sind gemeinschaftlich in den meisten Quellwässern vorhanden, und zwar herrscht in den kalten Quellen die erstere, in den heißen vulkanischen Quellen, z. B. auf Island, die letztere vor; sie ertheilt den kleinen Wasserbecken Islands die schönste himmelblaue Farbe. Pflanzen und Thiere nehmen die Kieselsäure aus dem feuchten Boden auf, wie die Kohlensäure, aber die Zellenthätigkeit ist nicht im Stande, die erstere zu zersetzen und den Kieselstoff, wie den Kohlenstoff zum Weiterbau ihres Leibes und ihrer Organe zu verwenden; sie scheiden sie vielmehr aus ihren Säften beinahe unverändert in krystallinischer Form ab, um ihren Körpern dadurch Straffheit und Festigkeit zu verleihen oder Panzer gegen die Feinde des Lebens daraus zu bilden. Die Grashalme ganz besonders verdanken dem Reichthum ihres Gewebes an dazwischen gelagerter Kieselsäure die grade Haltung ihrer Aehren, und ein thurmhohes Gras der Tropen, das bekannte Bambusrohr, entführt dem Boden soviel Kieselsäure, daß es in seinen Höhlungen nußgroße Concretionen derselben, den von asiatischen Aerzten für heilkräftig angesehenen Tabaschir, abscheidet. Die Schafthalm-Arten unserer Wiesen und Wälder verdanken dem reichlichen Kieselgehalt ihrer Stengel die Fähigkeit, zum Abschleifen des Holzes und zum Poliren der Zinnkessel zu dienen, ja, manche Polir- und Putzpulver, sowie auch der feine Sand, auf welchem Berlin erbaut ist, bestehen größtentheils aus den Kieselpanzern vorweltlicher mikroskopischer Pflanzen und Thiere. Man sieht, die Kieselsäure bildet einen nicht unwichtigen Bestandtheil der Kohlenstoff-Lebewelt, namentlich der niedern, allein Thiere und Pflanzen können sie nur in der einzigen Form verwerthen, in der sie ihnen vom Boden geboten wird, weil sie nicht im Stande sind, dieselbe durch den Lebensproceß zu zersetzen und den Kieselstoff in andre Formen überzuführen, in denen er vielleicht ein ebenso brauchbares Baumaterial hergeben könnte, wie der Kohlenstoff. Denn so gut wie man Alkohol, Ameisensäure, Chloroform, Cyan und andre Verbindungen dargestellt hat, die an Stelle des Kohlenstoffs eine entsprechende Menge Kieselstoff enthalten, ebenso gut läßt sich auch eine Kiesel-Cellulose, Fleisch, Blut, Fett, Eiweiß und Nervensubstanz aus Kieselverbindung denken.

Wenn man die Fähigkeit gewisser Kohlenstoffverbindungen, die Polarisationsebene des Lichtes im Kreise herumzudrehen, als ein Privilegium oder wenigstens als Kriterium des lebensfähigen Stoffes bezeichnet hat, so zeigt der Kieselpanzer gewisser Protisten dieselbe Fähigkeit, aber sie ist bereits im Bergkrystall sichtbar, dem man nach jener nun freilich aufgegebenen Theorie einen organischen Ursprung zuschreiben müßte. Merkwürdig aber

bleibt es immerhin, daß ſich auch gegen den Lichtſtrahl, der die gehe imſten Molecular-Eigenthümlichkeiten der Stoffe zu Tage bringt, Kohlen- und Kieſelſtoff-Verbindungen ähnlich verhalten. Möglich, daß dem Kieſelſtoff, der in ſeinen Verbindungen ferner eine große Neigung zeigt, den feſtflüſſigen oder gallertartigen Zuſtand anzunehmen, gewiſſe Eigenſchaften mangeln, die zur Entfaltung des Lebens erforderlich ſind, möglich aber auch, daß nur die gegebenen Verhältniſſe unſeres Planeten ungeeignet waren, die Entwicklung einer Kieſelſtoff-Lebewelt zu fördern. Anzunehmen, alle Lebewelten der verſchiedenen Sonnen müßten beſchaffen ſein wie die unſrige, das wäre doch am Ende ebenſo einſeitig, als wenn wir glauben wollten, die letztere ſei nur unſertwegen erſchaffen worden. Und darum erſchien es mir, als keine unnütze Träumerei, vom chemiſchen Standpunkte daran zu erinnern, daß ſelbſt unſerm auf die Erfahrung beſchränkten Geiſte ſich die Möglichkeit einer zweiten, gewiß ganz verſchiedenen Lebewelt eröffnet. Vielleicht bietet ſich der Kieſelſtoff auf einem andern Weltkörper unter Bedingungen, welche die Zerſetzung und Verarbeitung der Kieſelſäure ermöglichen. Warum ſollte nicht irgendwo ein Kieſelgeſchlecht mit härteren Nerven zu denken ſein, welches vielleicht höhere Temperaturen mit der dem Salamander angedichteten Fähigkeit ertrüge? So ausſchweifend eine ſolche Vorausſetzung ſcheinen mag, wird man doch zugeben müſſen, daß ſie den Boden des logiſch Vorſtellbaren viel weniger verläßt, als manche phyſikaliſche oder philoſophiſche Hypotheſe. Weshalb denn ſollte die allmächtige Naturkraft nicht vermögend ſein, Verbindungen zu Stande zu bringen, welche die chemiſche Kunſt in's Daſein gerufen hat, ſie, die alltäglich ſolche Kohlenſtoff-Verbindungen zum Leben weckt, die bisher keine Kunſt im Stande war, nachzuahmen. Ein chemiſcher Traum, geneigter Leſer, nichts weiter!

IV.

Ursprung und Entwicklung des Erdlebens.

Ihr alle fühlt geheimes Wirken
Der ewig waltenden Natur
Und aus den untersten Bezirken
Schmiegt sich herauf lebend'ge Spur.

Faust, II. Theil.

Die schwierige Frage, woher das erste Leben auf unsern Erdball gelangt sei, hat gar mannigfache Beantwortungen erfahren, die alle mit der Thatsache, daß die Erde wie andere Gestirne auch ehemals ein Feuerball und Theil eines solchen gewesen sein muß, zu rechnen und sich hiermit auseinander zu setzen genöthigt waren. Zweierlei Gruppen von Antworten streiten um den Vorrang, die der bequemeren Annahme, daß das Leben ewig sei, wie die Materie, und die leichter faßliche, daß es zu einer bestimmten Zeit auf der hinreichend erkalteten Erdoberfläche entstanden, oder erschaffen worden sei, daß es mit andern Worten einen Anfang gehabt habe. Die Lehre von der Ewigkeit des Lebens hat der leider so früh verstorbene Physiologe Preyer am folgerichtigsten ausgebildet. Indem er den Grundsatz Harveys: „Alles Leben kommt aus einem Keim" (omne vivum ex ovo) zu dem Satze: „alles Leben stammt von einem Lebendigen" (omne vivum e vivo) erweiterte, sah er in seiner lebhaften Phantasie feuerbeständige Vorläufer und Urahnen unseres Lebensstoffes, des Protoplasmas, die schon im Gluthball der Urerde und Sonne gelebt hätten, ja er meinte sogar, diesen habe ein intensiveres Leben durchglüht, als wir es heute kennen, denn unsere heutige Erdoberfläche bestehe nur noch aus den Schlacken dieses früheren Lebens, wie die Kalkberge die Ausscheidungen unzähliger Lebensprocesse seien. Aehnlich hatte auch Pflüger schon 1872 geschlossen, das Leben entstamme dem Feuer und sei in seinen Grundbedingungen schon zu einer Zeit angelegt, in der die Erde noch ein glühender Feuerball war.

Diese Lösung erinnert mehr an den Versuch Alexanders, den gordischen Knoten zu durchhauen, als an eine wirkliche, den nüchternen Sinn befriedigende Erklärung. Viel mehr Beifall hat von ihrem ersten Hervortauchen an, die Lehre von den kosmischen Lebenskeimen (die kosmozoische

Fig. 1.

Fig. 2.

zu erkennen glaubten. Es handelt ſich in dieſen, wie in den meiſten ähnlichen Fällen offenbar um ſogenannte Pſeudo-Organismen, kryſtalliniſche und dendritiſche Figurationen, die dann von Stanislas Meunier bald auch künſtlich nachgeahmt wurden. (Vgl. S. 126.) Wenn man annehmen dürfte, daß die Meteorſteine Trümmer eines größeren zerſprengten Weltkörpers darſtellen, ſo wäre das Vorkommen organiſcher Reſte in denſelben durchaus nicht undenkbar, ſchwieriger dagegen iſt bereits die Vorſtellung, daß Keime lebender Weſen die auf ſo kleinen Weltkörpern empfindliche Kälte des Weltraums und deren Erglühen in unſerer Atmoſphäre glücklich überſtanden haben ſollten. Aber auch wenn es möglich wäre, daß ſolche Keime im Innern der Meteore geſchützt, oder gleich beim Eintritt in unſere Atmoſphäre abgelöſt, die Erde erreichen könnten, ſo hätte doch jene Annahme höchſtens für die Frage nach dem Urſprung des irdiſchen Lebens, nicht aber des Lebens überhaupt Bedeutung. Soll damit nur der Anfang des Lebens auf eine erſte Welt im Raume zurückgeſchoben werden, ſo iſt die Bemühung, vom philoſophiſchen Standpunkte beſehen, unnütz, denn was auf einer erſten Welt geſchehen konnte, würde auch auf einer zweiten und dritten Welt möglich geweſen ſein, gleichviel ob man ſich für Annahme einer Schöpfung oder Selbſtentſtehung entſcheidet. Der Idee mangelt daher gänzlich die Erhabenheit, welche ihre Urheber für ſie in Anſpruch nahmen und erinnert an die wilde Phantaſie des Plinius, der das Weltmeer vom Sternenhimmel beſamt dachte.

Die Annahme, daß die erſten Bürger unſeres Planeten, wie ſo manche Griechenſtämme von ſich rühmten, Autochthonen geweſen ſein müſſen, eigene Erzeugniſſe des hinreichend zu ihrer Aufnahme erkalteten Erdballs, nicht aus irgend einem Winkel des Weltalls hergeregnete Keime, oder hierher, wie auf eine abgelegene Inſel verbannte Schöpfungen der Willkür, dieſe Annahme iſt ebenſo ſehr eine Forderung der Logik, als ein Folgeſchluß der neueren Naturforſchung. Die ältere Naturphiloſophie hat ſich, wie wir in dem ihr gewidmeten Kapitel ſehen werden, wenig Kopfſchmerzen darüber gemacht; ſie nahm eine unmittelbare Selbſtentſtehung (Autogonie, Generatio aequivoca seu spontanea) auch der höhern Lebeweſen als ſelbſtverſtändlich an und noch Milton läßt den Vogel aus dem Waſſer und den Löwen aus der Sandſcholle der Wüſte, unmittelbar aus den Elementen gebildet, emportauchen. Allmälig wurde dieſer Proceß auf immer niedriger ſtehende Thiere und Pflanzen beſchränkt. Hatten die alten Griechen und Römer und mit ihnen das geſammte Mittelalter noch geglaubt, daß die Inſecten aus verweſenden Körpern — die Bienen aus Ochſenfleiſch, das Ungeziefer aus Miſt, die Eingeweidewürmer und Schmarotzer aus dem Fleiſche oder den Säften der befallenen Pflanzen oder Thiere — durch eine bloße Umwandlung (Plasmogonie) des ſchon vorhandenen organiſchen Stoffes entſtünden, ſo nahm man im vorigen Jahrhundert daſſelbe wenigſtens noch von gewiſſen niedern Würmern und den Auf-

gußthierchen an, und der schottische Priester Turberville Needham fand 1743 seine Ansicht, daß die aus eingeweichtem, wenn auch Jahrzehnte altem gichtigem Weizen hervorkommenden Weizenälchen (Anguilulla Tritici) durch Urzeugung entstünden, sehr bibelgemäß, womit er den Beifall Buffons fand und den Spott Voltaires herausforderte.

Aber schon im XVII. Jahrhundert hatte Franciscus Redi nachgewiesen, daß die Keime niederer Thiere und Pflanzen, stets in Luft und Wasser gegenwärtig sind, jeden Augenblick bereit, sich in Flüssigkeiten, welche organische Nährstoffe enthalten, z. B. in Pflanzenaufgüssen, zu entwickeln und der Abbé Spallanzani zeigte bereits im vorigen Jahrhundert, daß in abgekochten Flüssigkeiten, die man nach dem keimtödtenden Kochen sogleich luftdicht verschlossen hat, um den Zutritt neuer Keime zu hindern, auch keine Aufgußthierchen entstehen. Derselbe Naturforscher hatte darauf hingewiesen, daß unter den scheinbar durch Selbstentstehung gebildeten Thieren sich viele solche befinden, die bei der Befeuchtung nur aufleben, nachdem sie viele Jahre lang völlig entwässert in Trockenstarre gelegen hatten. Hinsichtlich der Gährung und Fäulniß erzeugenden niederen Organismen sind noch in neuerer Zeit von dem Franzosen Onimus, dem Holländer Huizinga und dem Engländer Charlton Bastian viele Versuche angestellt und dicke Bücher geschrieben worden, welche die Selbstzeugung dieser Organismen beweisen sollten, aber Pasteur und Tyndall thaten durch eine Reihe äußerst sorgfältiger Untersuchungen dar, daß das scheinbare Gelingen solcher Versuche nur auf Fehlern der Methode beruhe, wenn auch freilich die größte Umsicht und Sauberkeit der Arbeit nöthig sind, alle Keime solcher niederen Organismen sicher auszuschließen, daß aber, wenn die Vorsichtsmaßregeln nicht gespart werden, in den organischen Stoffen weder Fäulniß- noch Gährungserreger auftreten.

Trotz dieser scheinbar völlig verneinend ausgefallenen Fragestellungen an die Natur haben eine Reihe berühmter Naturforscher, die von der Thatsache ausgehen, daß das Leben des Erdballs nachweislich von niederen zu höheren Formen fortgeschritten ist: Haeckel, du Bois-Reymond, Nägeli und zeitweise selbst Virchow gefolgert, daß man einen Anfang bei allerniedersten Formen suchen müsse und daß der nächstliegende logische Schluß auf eine Selbstentstehung derselben aus unorganischer Materie hinweise. Natürlich könne man eine solche nur bei den allereinfachsten Gliedern der Wesenkette erwarten, nicht bei vergleichsweise so hoch entwickelten Thieren wie Infusorien und Würmern. Auch aus den Versuchen über die Entstehung von Gährungs- und Fäulnißerregern in todten organischen Massen leuchtet nichts als ein Mißverstehen des gesammten Problems heraus. Sie sind nichts als ein verspäteter Nachklang jener alten scholastischen Lehre von der Selbstzeugung lebender Wesen durch Fäulniß (Putrefaktion) und Verwesung organischer Körper, die einzig aus mißdeuteten Beobachtungen hergeleitet war. Damit solche Wesen leben konnten, mußte bereits in der Urwelt

organische Materie vorhanden sein; sie konnten erst später den Schauplatz betreten, nachdem Wesen, die unmittelbar von den einfachsten Kohlenstoffverbindungen zu leben vermochten, in ihren Leichen Vorräthe für sie aufgespeichert hatten. Die ersten organischen Wesen können somit nur solche gewesen sein, welche im Stande waren, wie noch heute die Pflanzen, unmittelbar unter dem Einflusse des Lichtes und der Wärme von den vorhandenen unorganischen Substanzen zu leben.

Die große Frage nach dem Ursprunge des Lebens müssen wir demnach vorläufig, ebenso wie die nach dem Ursprunge der Materie, den Gebieten des Glaubens überlassen; wir können nur Meinungen und Wahrscheinlichkeiten andeuten. Es ist nicht leicht, befriedigend zu erläutern, worin das Leben besteht, und wodurch es sich vom Unbelebten unterscheidet. Einiges Hierhergehörige wurde schon oben (S. 132) ausgeführt. Nachdem die Mehrzahl der Naturforscher sich gegen die frühere Annahme einer besonderen Lebenskraft, die schließlich bei der Verschiedenheit der Lebensvorgänge, auch bald im Stiche läßt, ausgesprochen hat, betrachtet man heute die Lebenserscheinungen, die in Aneignung (Assimilation), Umbildung und Verbrennung kohlenstoffhaltiger Verbindungen bei der Athmung bestehen, als einen unter unbekannten ursprünglichen Bedingungen eingeleiteten chemisch-physikalischen Proceß, innerhalb dessen durch Aneignung äußerer Stoffe, und in beständiger Anregung durch äußere physikalische Kräfte, Spannkräfte gewonnen werden, welche die Fortdauer dieses Processes sichern. Da das Leben auf der beständigen Wechselwirkung mit der Außenwelt beruht, so bleibt es nichts unveränderlich Gegebenes, sondern zeigt unter Aufgabe jeder specifischen Form eine Anpassungs- und Entwicklungsfähigkeit, wie sie nur einem zu einer gewissen Zeit begonnenen und noch heute fortschreitenden Processe zugeschrieben werden kann. Im einfachsten Falle sehen wir diese Vorgänge bei den sogenannten Urwesen (Protisten), von denen das nächste Kapitel handeln wird, in einem Leibe aus halbflüssiger eiweißartiger Substanz, dem *Urbildungsstoffe* oder *Protoplasma*, sich abspielen, in einem höchst einfachen Körper ohne äußere Organe; gleichwohl dürfen wir nach dem allgemeinen Gesetzen des Werdens annehmen, daß diesen Wesen und ihrem Lebensstoffe noch einfachere voraufgegangen sein müssen, die vielleicht in den stärksten Instrumenten unsichtbar sind, die von *Nägeli* sogenannten *Probien*, deren Lebensäußerungen uns vielleicht nur noch als chemisches Leben erscheinen würden.

Wir kennen schon lange eine Anzahl eiweißartiger, wasserlöslicher Stoffe, die sogenannten *Enzyme* oder *ungeformten Fermente*, welche ganz ähnlich wie die als Hefe- und Spaltpilze (Bacterien) bezeichneten organisirten Fermente, aber, ohne sich in den organischen Flüssigkeiten oder Lösungen zu vermehren, dieselben in Gährung versetzen und bestimmte Stoffe von ihnen abspalten, also die Lebensprocesse der geformten Gährungserreger hierbei ersetzen. Nach der gewöhnlichen Auffassung würde man diese

formlosen Körper als leblos bezeichnen, aber sie haben noch andre sehr merkwürdige Eigenschaften mit jenen lebendigen Gährungserregern gemein, die für einen „leblosen" chemischen Körper zum mindesten als höchst sonderbar bezeichnet werden müßten. Erhitzt man nämlich die Auflösungen der Enzyme auf 60 bis 100°, so werden sie ebenso wie die organisirten Fermentwesen unwirksam, als wären sie *getödtet* und *abgestorben*. Ebenso werden sie durch Alkohol, Sublimat, Salicylsäure, Thymol und andere Stoffe, mit denen wir den Bacterien und sonstigen Zersetzungs- und Krankheitserregern zu Leibe gehen, unwirksam gemacht (*getödtet*), und da chemisch so verschiedene Körper, die wir als Bacteriengifte und Desinficirmittel kennen, in ganz ähnlicher Weise auf Enzyme wirken, so werden wir auf eine Analogie des Wesens und Wirkens beider schließen müssen, da wir nun auch lebende und todte Enzyme kennen. Die neuen Versuche *Buchners*, aus den Gährungs-Organismen einen Preßsaft zu gewinnen, der nach dem Filtriren noch ebenso die Zersetzungen einleitet, wie die Hefezellen selbst, schließen sich hier an und führen uns eine untere Stufe von Lebensprocessen, eine Art chemischen Lebens vor, die durch kein Mikroskop zu entdecken wäre.

Daß es uns bisher nicht gelungen ist, einen wirklichen elternlosen Anfang von organisirtem Leben zu beobachten, darf nicht als Beweis *gegen* die Möglichkeit eines solchen angeführt werden. Vielleicht werden wir diesen Proceß niemals unmittelbar beobachten können, da wir eben nicht im Stande sein mögen, die Bedingungen, unter welchen er ursprünglich vor sich gegangen ist, wieder zu erneuern. Vielleicht wiederholt sich der Vorgang des Lebensursprungs noch heute in der Meerestiefe, denn aus ihr hat die neuere Naturforschung Wesen an's Licht gebracht, so einfach gebildet, daß wir noch einfachere überhaupt nicht vorzustellen im Stande sind. Die ältesten Bewohner der Welt mögen ihnen in ihrer Erscheinung, wenn auch vielleicht nicht in der Art ihrer Nahrungsaufnahme geglichen haben. Vielleicht enthielten schon die heißen Gewässer der Urzeit lebende Wesen, die sich in ihnen gebildet hatten und vielleicht war gerade die höhere Wärme der damaligen Gewässer eine ihre Entstehung begünstigende Bedingung, wie wir noch heute in heißen Mineralquellen, deren Temperatur die meisten höheren Wesen tödten würde, zahlreiche niedere Algen und Spaltpilze lustig gedeihen sehen. Die Oscillatorien fühlen sich in Wässern von bis zu 60° C wohl, und im Yellowstone Park leben *Conferva major* und *Phormidium laminosum* in Wässern von 74° und 75,5° C. Wir ersehen schon daraus, wie verschieden die Lebensträger, als welche wir die Eiweißstoffe der Thiere und Pflanzen betrachten müssen, in ihren Ansprüchen an die äußeren Lebensbedingungen sind, denn während das Eiweiß der höheren Organismen schon bei 72 bis 73° gerinnt und dadurch ein sicheres Absterben derselben bewirkt, sehen wir hier Organismen bis zu 80° beständige Durchwärmung vertragen, und das Eiweiß der oben erwähnten Enzyme gerinnt bei Erhitzung überhaupt nicht mehr.

Fig. 1. Cranium of Ornithorhynchus paradoxus, Blumenbach. Fig. 2. Cranium of Echidna hystrix, Cuvier. Fig. 3. Cranium of Myrmecophaga jubata, Linn. Fig. 4. Cranium of Manis pentadactyla, Linn. Fig. 5. Cranium of Bradypus tridactylus, Linn. Fig. 6. Cranium of Dasypus sexcinctus, Linn. Fig. 7. Cranium of Phascolomys Wombat, Perron. Fig. 8. Cranium of Didelphis Virginiana, Linn.

seine aus dem Trockenschlaf erwachenden Weizenälchen gezeigt hatte, leitete daraus um die Mitte des vorigen Jahrhunderts mit Zuhilfenahme der Cartesianischen Philosophie eine wundersame Theorie von der Zusammenfügung lebender Molekel zu sogenannten Models ab und verglich die Weizenälchen „kleinen Maschinen, die in Bewegung gerathen, sobald sie ins Wasser gesetzt werden," und die man getrocknet aufheben, „sterben und aufleben lassen kann, so oft man will." Heinrich Baker sah thatsächlich 1771 aus gichtigem Weizen, den ihm Needham vor 27 Jahren gegeben und der seitdem trocken gelegen hatte, zahllose lebende Älchen hervorkommen.

Diese Versuche wurden sodann namentlich von zwei ausgezeichneten italienischen Physiologen des vorigen Jahrhunderts, Felix Fontana und Lazarus Spallanzani fortgesetzt. Der Erstere bewies zunächst dem Genfer Philosophen Bonnet gegenüber, der es bezweifelt hatte, daß die Weizenälchen überhaupt lebende Thiere seien, die Richtigkeit dieses Einwurfs und zeigte darauf andern Zweiflern gegenüber, daß solche ausgetrockneten Thiere sicherlich vollkommen leblos sein müßten, da sie bei unsanfter Berührung in Pulver zerfallen, und daß sie gleichwohl ihre Fähigkeit, wieder aufzuleben, nicht eingebüßt hätten. Der Abbé Spallanzani fügte seinem 1776 erschienenen Werke über „Thier- und Pflanzen-Physik" ein über 100 Seiten umfassendes Kapitel „über die erstaunlichen Thiere, welche man nach Belieben vom Tode zum Leben übergehen lassen kann" bei, entdeckte diese Fähigkeit auch bei den Bären- und Schildkröten-Thierchen, einer Gruppe niederer Milben (Spinnenthiere), von denen wir einzelne Vertreter, nebst Räderthierchen, Weizenälchen und Amöbe in Fig. 60 abgebildet sehen. Es gelang ihm, wie er erzählt, dieselben Räderthierchen elfmal nach dem Trocknen neu zu beleben, obwohl er sie im trocknen Zustande bedeutenden, Hitzegraden und im feuchten bedeutender Kälte (— 19°) ausgesetzt hatte, und er schildert mit Entzücken das wundersame Schauspiel, wenn der zierliche die Mundöffnung der Räderthiere umgebende Wimperkranz plötzlich nach langem Stillstande wieder in Bewegung geräth und ein paar schnell kreisenden Rädern gleichend, dem Munde frisches Wasser und Nahrung zuführt. Er hielt diese Thiere übrigens logischer Weise nicht für todt, sondern nur für schlafend und betrachtete ihre Fähigkeit zu erwachen, als einen von dem Schöpfer solchen Thieren, die lange Trockenheitsperioden zu überwinden hätten, verliehenen Vorzug; sie könnten einen Sommerschlaf halten und daraus erwachen, wie andre Thiere aus ihrem Winterschlaf erwachen.

Diese Deutung war offenbar ziemlich richtig, denn wir können uns leicht überzeugen, wie vollkommen jene Unempfindlichkeit der Infusorien, Bärenthierchen u. s. w. gegen Hitze, Kälte und Trockenheit ihrer gesammten Lebensweise entspricht. Man trifft sie nämlich an Moosen und Flechten nicht blos auf Hausdächern, sondern auf Felsen und Gesteinen bis zu den höchsten Alpengipfeln hinauf. Ehrenberg fand Bärenthierchen in Moorserde, die in einer Höhe von 11000 Fuß am Monte Rosa gesammelt

worden war, und Greeff entdeckte hoch oben am Pic von Teneriffa auf Felſen, die faſt das ganze Jahr von Schnee und Eis bedeckt ſind, die nämlichen Formen, wie unten am Fuße auf den Kruſtenflechten der Steine, die in der glühenden Sonne ſo heiß werden, daß man ſie kaum anfaſſen kann. Aber dieſelben Formen finden ſich in der ganzen Welt vom Pol bis zum Aequator, da die zur Kugel geballten trocknen Körper mit den Staubſtürmen überallhin geführt werden und allerwärts da aufleben, wo eine kurze Jahreszeit der Feuchtigkeit und Wärme eintritt, wenn ſie auch durch lange Pauſen von Trockenheit oder Kälte unterbrochen werden ſollte. Auf den Bergſpitzen der Polarländer währen dieſe Schlummerpauſen ſicherlich vielfach 9 Monate im Jahre. Aehnliches gilt von den kleinen Fadenwürmern (Nematoden), zu denen die Weizenälchen gehören; ſie ſind oftmals unter gleichen Kälte- und Dürre-Verhältniſſen die Begleiter der Räder- und Bärenthierchen, und auch kleine Wurzelfüßler (Amöben) gehören nach Greeffs Beobachtung zu jenen immer neu auflebenden Weſen, die man als Gelegenheits- oder Unterbrechungs-Lebeweſen bezeichnen könnte, weil ſie ihren Lebensweg mit beliebigen, in ihrer Länge von äußern Umſtänden beſtimmten Unterbrechungen zurücklegen können.

Dieſe pauſirenden Lebeweſen ſind für die philoſophiſche Auffaſſung des Lebens von einem beſondern Intereſſe und hinſichtlich der Deutung der von ihnen dargebotenen außerordentlichen Erſcheinungen theilten ſich Zoologen und Phyſiologen früh in zwei ſich bekämpfende Lager, die man ſcherzhaft als Auferſtehungsgläubige (Reſurrektioniſten) und Auferſtehungsläugner (Antireſurrektioniſten) bezeichnete. Zu den letzteren gehörten zwei der ausgezeichnetſten Kleinthierforſcher: Bory de Saint Vincent und Ehrenberg. Der Berliner Infuſorienforſcher behauptete mit dem ganzen an ſeine Autorität ſich knüpfenden Nachdruck, das Gerede von dem Wiederaufleben beruhe auf Mißverſtändniß und Selbſttäuſchung der betreffenden Forſcher. Allerdings erſchienen auch im künſtlich nachgetrockneten Staube der Dachrinnen bei der Anfeuchtung alsbald lebende Räder- und Bärenthierchen, aber dies ſeien keineswegs die alten eingetrockneten Thiere, ſondern deren Junge, die dann friſch aus Dauereiern ausgeſchlüpft ſeien und ſich mit der bekannten Entwicklungsſchnelligkeit dieſer Thiere auswüchſen. Der Greifswalder Zoologe Sigismund Schultze († 1877), der mit Anſpielung auf Hufelands Makrobiotik oder Kunſt das menſchliche Leben zu verlängern, eine noch unbeſchriebene Art von Bärenthierchen, die nach vierjährigem Trockenſchlaf 1834 vor ſeinen Augen erwacht war, Macrobiotus Hufelandii getauft hatte, und ſpäter Profeſſor Doyère in Verſailles zeigten dagegen, daß Leeuwenhoek und Spallanzani mit vollem Rechte von einem Wiederaufleben geſprochen hatten. Doyère war, bevor er ſich in dieſem Sinne entſchied, den Inhabern dieſer ſtärkeren Lebenskraft mit ſehr energiſchen Mitteln zu Leibe gegangen. Er erhitzte trockne Bärenthierchen auf 125 Grad, Räderthierchen ſogar auf 153 Grad, trocknete ſie

über Schwefelſäure unter der Luftpumpenglocke, ließ ſie 4 Wochen im Vacuum und brachte ſie dennoch wieder zum Leben.

Obwohl dieſe von Schultze (1834—1838) und Doyère (1840 bis 1842) angeſtellten Verſuche eigentlich keinen Zweifel mehr an der Richtigkeit der Behauptungen aufkommen ließen, entbrannte der Streit bald von Neuem und noch heftiger als zuvor; er wüthete, da man das Problem unnützer Weiſe mit der Frage verknüpft hatte, ob es eine beſondere Lebenskraft und Selbſtentſtehung gebe, doppelt ſo lange wie der Trojaniſche Krieg, nämlich bis 1859, in welchem Jahre die Pariſer Biologiſche Geſellſchaft einen Ausſchuß ernannte, der Doyères Angaben unparteiiſch prüfen ſollte, einen Gerichtshof, in welchem ſich eine Anzahl der ausgezeichnetſten Phyſiologen und Biologen Frankreichs, unter andern Balbiani, Berthelot, Broca, Brown-Séquard, Dareſte, Guillemin, Pouchet und Robin befanden Nach dem von Broca erſtatteten Bericht der Kommiſſion wurden nicht nur die früheren Angaben beſtätigt, ſondern ſogar Räderthierchen, die ſich 82 Tage lang in trockner Luftpumpenleere befunden hatten und dann noch einer trocknen Hitze von 100 Grad ausgeſetzt worden waren, alſo ſicherlich vollkommen ausgetrocknet waren, neu zum Leben gebracht. Gleichwohl meldeten ſich immer von Neuem Zweifler. Die Verſuche mit Weizenälchen wurden 1886 von Davaine und 1890 von Prillieux wiederholt, und es zeigte ſich, daß nicht den Geſchlechtsthieren, ſondern den unreifen Larven jene Lebenszähigkeit zukommt, die ſie befähigt, noch aus Jahrzehnte altem gichtigen Weizen ins Leben zurückzukehren. Davaine überzeugte ſich überdem, daß dieſe Larven auch gegen Gifte nahezu unempfindlich ſind. In geſättigten Auflöſungen von Morphium-, Atropin-, Strychnin- und Cureſalzen, die den Menſchen und alle höhern Wirbelthiere binnen wenigen Minuten tödten, wenn ſie in geringer Menge ihrem Kreislauf einverleibt werden, lebten dieſe Thiere vierzehn Tage lang vergnügt weiter, ebenſo wie die den Weizenälchen nahe verwandten Eſſigälchen im ſchärfſten Eſſig ſich wohlbefinden.

Die Verſuche mit Räder- und Bärenthierchen wurden neuerdings (1893—95) mit beſonderer Vorſicht von Denis Lance wiederholt, der die Thiere auf den Moospolſtern ſelbſt eintrocknen ließ, ſie dann Temperaturen über 100 Grad ausſetzte, und beſtimmte, vorher ins Auge gefaßte Exemplare unter dem Mikroſkope wieder zum Leben kommen ſah. Auch bei gewiſſen niedern Krebſen, namentlich aus den Gruppen der Ruderfüßler (Copepoden) und Muſchelkrebſe (Oſtracoden) hatte man ſeit langer Zeit ein Wiederbelebungsvermögen beobachtet. Sie erſcheinen im Frühjahr plötzlich maſſenhaft in kleinen Lachen, die während des Sommers vollkommen austrocknen, aber auch hier wogte der Streit, ob die neu erſcheinenden Krebschen ſämmtlich aus Eiern kämen, oder ob wirklich auch ältere eingetrocknete Krebſe neu belebt würden. In jüngſter Zeit (1895) machte Profeſſor C. Claus in Wien nach dieſer Richtung hin eine ent-

ſcheidende Beobachtung. Er beſaß 10 Jahre alte Proben eingetrockneten Schlammes aus an ſolchen niedern Krebſen reichen Waſſerlachen, die nach einer Befeuchtung mit deſtillirtem Waſſer binnen 2—3 Tagen lebende Ruderfüßler (Copepoden) in verſchiedenen Entwicklungsſtufen und zwar ſowohl Cyclopen (Fig. 61), die nach dem unpaarigen Auge auf der Mitte ihrer Stirn dieſen Namen empfangen haben, als auch Diaptomen. Wenn dieſe Thiere ſich aus Eiern entwickeln, ſo erſcheinen ſie zunächſt als ſchwanzloſe, ſogenannte Nauplius-Larve (b), bei welcher der aus vielen Ringen beſtehende Hinterleib oder Krebsſchwanz noch fehlt, und dann allmälig unter wiederholten Häutungen hervorſproßt, ſo daß man nach dem erſten Larvenſtadium ohne Hinterleibsring (Nauplius) ein zweites, drittes u. ſ. w. Cyclopiden-Stadium mit 1, 2, 3 u. ſ. w. Hinterleibsringen unterſcheidet, bis ſämmtliche Hinterleibsringe, wie ſie dem vollkommenen Thiere zukommen, vorhanden ſind. Erſt dann werden die Thiere geſchlechtsreif, und die Weibchen erſcheinen mit den beiden großen Eierpacketen am Hinterleibe. Obwohl dieſer Entwicklungsvorgang viele Tage erfordert, bemerkte Claus in einem Aufguſſe ſeiner Schlammproben ſchon nach 4 Tagen neben Larven aller Stadien 6 geſchlechtsreife Weibchen (Fig. 61a), von denen zwei noch mit Schlammtheilen behaftete Reſte zerfallener Eierpackete erkennen ließen, die aus ihrer vorigen, vor zehn Jahren abgeſchloſſenen Brutperiode herrührten. Die neuen Eierpackete waren friſch gebildet und noch unbefruchtet, ſo daß kein Zweifel an dem mindeſtens zehnjährigen Alter dieſer Weibchen aufkommen konnte. Auch die in fortgeſchrittneren Stufen befindlichen Cyclopiden-Larven entſtammten zweifellos jenem vorigen, durch einen langen Zwiſchenraum getrennten Lebensabſchnitt, während deſſen ſo viele Generationen ihrer Verwandten dahingegangen waren, ſo daß ſolche Thiere den Siebenſchläfern der Legende gleichen, die nach einem langen Zeitraum ins wache Leben zurückkehrend, keinen ihrer Kindheitsgenoſſen mehr am Leben finden. Neben dieſen vorgeſchrittenen Larven und erwachſenen Thieren fanden ſich indeſſen auch zahlreiche ganz junge Larven, die eben erſt ihren Eiern entſchlüpft ſein konnten, und ſich nach dem Auswachſen durchweg als einer andern Ruderfüßlergattung (Diaptomus) angehörig erwieſen, ſo daß gleichzeitig die Beweiſe vorlagen, daß manche Copepoden längere Trockenheitsperioden als Larven und geſchlechtsreife Thiere, andre nur in Eierform überdauern.

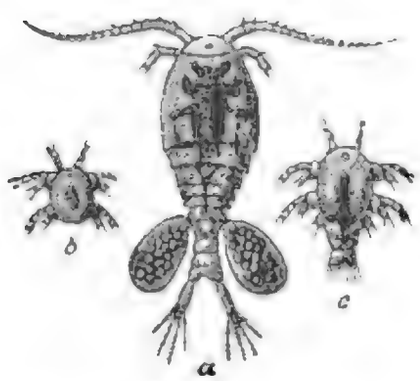


Fig. 61.
Cyclops.
a) Weibchen mit Eierpacketen, b) Larve desſelben im erſten Stadium (Nauplius), c) Larve im vierten Stadium (Cyclopid); das erwachſene Thier zehnfach, die Larven mehr als hundertfach vergrößert.

A Remarkable Case of Tree Grafting.

Mr. Luther Burbank, the well-known horticulturist of Santa Rosa, California, has succeeded in grafting the potato upon the tomato. The accompanying illustration shows the tomato vine with the potatoes growing on the roots. The tomato vine is a strong grower, and the potatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the nightshade, and the tomato upon the nightshade. The nightshade is a weed that grows in the fields and is not cultivated. The potatoes grown on the nightshade are small and of poor quality. The tomatoes grown on the nightshade are also small and of poor quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the tobacco plant, and the tomato upon the tobacco plant. The tobacco plant is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the sunflower, and the tomato upon the sunflower. The sunflower is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the morning glory, and the tomato upon the morning glory. The morning glory is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the sweet pea, and the tomato upon the sweet pea. The sweet pea is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the nasturtium, and the tomato upon the nasturtium. The nasturtium is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the marigold, and the tomato upon the marigold. The marigold is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the zinnia, and the tomato upon the zinnia. The zinnia is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the aster, and the tomato upon the aster. The aster is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the chrysanthemum, and the tomato upon the chrysanthemum. The chrysanthemum is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the dahlia, and the tomato upon the dahlia. The dahlia is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the geranium, and the tomato upon the geranium. The geranium is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the fuchsia, and the tomato upon the fuchsia. The fuchsia is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the begonia, and the tomato upon the begonia. The begonia is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the coleus, and the tomato upon the coleus. The coleus is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the ivy, and the tomato upon the ivy. The ivy is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the rose, and the tomato upon the rose. The rose is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the lily, and the tomato upon the lily. The lily is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the tulip, and the tomato upon the tulip. The tulip is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the hyacinth, and the tomato upon the hyacinth. The hyacinth is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the daffodil, and the tomato upon the daffodil. The daffodil is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the crocus, and the tomato upon the crocus. The crocus is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the snowdrop, and the tomato upon the snowdrop. The snowdrop is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the violet, and the tomato upon the violet. The violet is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the pansy, and the tomato upon the pansy. The pansy is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the forget-me-not, and the tomato upon the forget-me-not. The forget-me-not is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the daisy, and the tomato upon the daisy. The daisy is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the buttercup, and the tomato upon the buttercup. The buttercup is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the clover, and the tomato upon the clover. The clover is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the dandelion, and the tomato upon the dandelion. The dandelion is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the thistle, and the tomato upon the thistle. The thistle is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the nettle, and the tomato upon the nettle. The nettle is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the burdock, and the tomato upon the burdock. The burdock is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the plantain, and the tomato upon the plantain. The plantain is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the dock, and the tomato upon the dock. The dock is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the sorrel, and the tomato upon the sorrel. The sorrel is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the chickweed, and the tomato upon the chickweed. The chickweed is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the groundsel, and the tomato upon the groundsel. The groundsel is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the shepherd's purse, and the tomato upon the shepherd's purse. The shepherd's purse is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the pigweed, and the tomato upon the pigweed. The pigweed is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the lamb's quarters, and the tomato upon the lamb's quarters. The lamb's quarters is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the purslane, and the tomato upon the purslane. The purslane is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the amaranth, and the tomato upon the amaranth. The amaranth is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the ragweed, and the tomato upon the ragweed. The ragweed is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the goldenrod, and the tomato upon the goldenrod. The goldenrod is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the aster, and the tomato upon the aster. The aster is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the chrysanthemum, and the tomato upon the chrysanthemum. The chrysanthemum is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the dahlia, and the tomato upon the dahlia. The dahlia is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the geranium, and the tomato upon the geranium. The geranium is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the fuchsia, and the tomato upon the fuchsia. The fuchsia is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the begonia, and the tomato upon the begonia. The begonia is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the coleus, and the tomato upon the coleus. The coleus is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the ivy, and the tomato upon the ivy. The ivy is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the rose, and the tomato upon the rose. The rose is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the lily, and the tomato upon the lily. The lily is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the tulip, and the tomato upon the tulip. The tulip is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the hyacinth, and the tomato upon the hyacinth. The hyacinth is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the daffodil, and the tomato upon the daffodil. The daffodil is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the crocus, and the tomato upon the crocus. The crocus is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the snowdrop, and the tomato upon the snowdrop. The snowdrop is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the violet, and the tomato upon the violet. The violet is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the pansy, and the tomato upon the pansy. The pansy is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the forget-me-not, and the tomato upon the forget-me-not. The forget-me-not is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the daisy, and the tomato upon the daisy. The daisy is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the buttercup, and the tomato upon the buttercup. The buttercup is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the clover, and the tomato upon the clover. The clover is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the dandelion, and the tomato upon the dandelion. The dandelion is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the thistle, and the tomato upon the thistle. The thistle is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the nettle, and the tomato upon the nettle. The nettle is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the burdock, and the tomato upon the burdock. The burdock is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the plantain, and the tomato upon the plantain. The plantain is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the dock, and the tomato upon the dock. The dock is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the sorrel, and the tomato upon the sorrel. The sorrel is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the chickweed, and the tomato upon the chickweed. The chickweed is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the groundsel, and the tomato upon the groundsel. The groundsel is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the shepherd's purse, and the tomato upon the shepherd's purse. The shepherd's purse is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the pigweed, and the tomato upon the pigweed. The pigweed is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the lamb's quarters, and the tomato upon the lamb's quarters. The lamb's quarters is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the purslane, and the tomato upon the purslane. The purslane is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the amaranth, and the tomato upon the amaranth. The amaranth is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the ragweed, and the tomato upon the ragweed. The ragweed is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality. Mr. Burbank has also succeeded in grafting the potato upon the goldenrod, and the tomato upon the goldenrod. The goldenrod is a strong grower, and the potatoes and tomatoes are of the ordinary size and quality.

FIG. 1. Photograph of a model of the human brain, showing the cerebral hemispheres, cerebellum, and medulla oblongata. The model is made of plaster of Paris and is painted to show the gray matter and white matter. The cerebral hemispheres are separated from each other by the great longitudinal fissure, and the cerebellum is separated from the cerebral hemispheres by the transverse fissure. The medulla oblongata is the lowest part of the brain, and it is continuous with the spinal cord. The model is shown in a lateral view.

französischen Naturforscher Bert und Bureau hatten sich schon 1868 überzeugt, daß man die trockne Pflanze längere Zeit auf 60 Grad und darüber erhitzen kann, ohne daß sie ihr Vermögen, bei späterer Anfeuchtung wieder aufzuleben, einbüßt.

Die philosophische Seite dieser Lebensunterbrechungen ist in neuerer Zeit namentlich von Preyer studirt worden, der mit zahlreichen Wasserthieren Versuche anstellte, die er zu einem steinharten Klumpen frieren ließ, und dann durch vorsichtiges allmäliges Aufthauen fast regelmäßig wieder zum Leben brachte. Ein englischer Arzt Henry Power († 1673) hatte schon vor mehr als 200 Jahren bemerkt, daß man die sogenannten Essigälchen (Anguillula aceti) wiederholt einfrieren und wieder aufthauen lassen könne, ohne ihnen das geringste von ihrer großen Munterkeit zu nehmen. Der Nordpolfahrer John Franklin hatte dieselbe Lebenszähigkeit an hartgefrorenen Seefischen bemerkt, Romanes bestätigte das Wiederaufleben bei hartgefrorenen Quallen, Preyer erzielte dasselbe außer bei Fischen auch bei Fröschen und andern Amphibien. Er schloß aus seinen Versuchen, daß solche hartgefrorenen Thiere gerade so, wie die in Trockenstarre (Anhydrobiose) befindlichen, weder als todt noch als lebendig zu bezeichnen seien; der Lebensproceß sei bei ihnen zwar zwangsweise zum völligen Stillstand gebracht worden, aber bei einer genügend guten Erhaltung der Organisation wieder in Gang zu bringen. Man müsse solche Thiere und Pflanzen demnach weder als lebendige, noch als todte, sondern als wiederbelebungsfähige (anabiotische) bezeichnen. W. Kochs, Denis Lance u. A. sind dieser Auffassung (1890—1895) mit der Behauptung entgegengetreten, im innersten Leibe solcher ausgetrockneten oder gefrorenen Thiere und Pflanzen müsse immer noch ein schwacher Ueberrest des Lebens, eine minimale Athmung und Säftebewegung, wie beim Scheintode im Gange bleiben, die sich nachher beim Wegfall der Hemmnisse wieder erweitern können; wenn jedoch die Maschine einmal zum vollständigen Stillstande gelangt sei, könne sie durch Einwirkung bloßer Lebensreize, wie Sauerstoff, Feuchtigkeit, Wärme u. s. w. nimmermehr wieder in Gang gebracht werden.

Es ist klar, daß es bei solchen Principienstreitigkeiten vor völliger Niederwerfung des Gegners keinen Frieden giebt. Diejenigen, welche an einer besonderen Lebenskraft festhalten, werden niemals zugeben, daß ein in völligen Ruhestand versetzter Organismus, sei er auch fehlerfrei erhalten, wieder, wie eine stehen gebliebene Uhr, neu in Gang gebracht werden könne; die Anhänger der mechanischen Lebensauffassung weisen im Gegentheil darauf hin, daß ein organischer Fehler oder ein äußerliches Hinderniß die Lebensuhr zum Stillstand bringt; möge die Lebenskraft des Organismus noch so groß angeschlagen werden. Es giebt aber dennoch Zustände im Leben der Organismen, in denen sie von einer ruhenden Maschine kaum mehr zu unterscheiden sind. Wir meinen die Samen der Pflanzen und

die Eier der Thiere in ihrer Ruhezeit. Seit lange wissen wir, daß die Samen der Pflanzen, ebenso wie die Eier der niedersten Lebewesen, eine außerordentliche Dauerbarkeit besitzen. Möge die verbreitete Erzählung, daß man ägyptischen Mumienweizen und andre Sämereien aus altägyptischen Sarkophagen noch in unsern Tagen zum Keimen gebracht habe, auch sicher auf Betrug und Täuschung zurückzuführen sein, so besitzen wir doch glaubwürdige Berichte, nach denen Maiskörner aus Inkagräbern und Sämereien aus römischen Gräbern wirkliche Keimpflanzen geliefert haben. Botaniker von Ruf haben sich überzeugt, daß Samen, die viele Jahrzehnte, ja über hundert Jahre in Herbarien und Sammlungen gelagert hatten, neu zum Keimen gebracht werden konnten. In tiefe Erde gerathene Samen bewahren besonders lange ihre Keimkraft und schon der Neapolitaner Battista Porta meldet in seiner „Phytognomica" (1588), daß aus den tiefsten Fundamenten alter Häuser emporgeschaffte Erde neue Pflanzen (durch Selbstzeugung, wie er glaubte) hervorbringe. Solche Versuche hat A. Peters in Göttingen vor etwa 5 Jahren mit aller Sorgfalt wiederholt, indem er aus Waldboden, der vor 20 bis 100 Jahren nachweislich Acker- oder Weideland gewesen war, Bodenproben aus verschiedenen Tiefen entnahm, wobei den alten Flurbüchern entsprechend, zahlreich Acker- und Trift-Unkräuter hervorsproßten, welche nur aus sogen. „ruhenden Samen" herstammen konnten, die zum Theil viele Jahrzehnte lang, von Luft und Licht abgeschlossen, unter dem Waldboden begraben gelegen hatten.

Es lag nahe, sich diese Dauerbarkeit der Pflanzensamen über Jahrzehnte und Jahrhunderte hinaus, durch ein wirkliches Fortleben, eine unausgesetzte minimale Athmung derselben zu erklären und man mußte folgerecht annehmen, daß mit dem Erlöschen oder langer Verhinderung der Athmung auch die Keimfähigkeit ihr Ende finden werde. Um die Annahme von der lebenerhaltenden Athmung der Samen zu prüfen, schlossen Romanes, Giglioli, Jodin u. a. Pflanzensamen 3—15 Monate lang in Glasröhren theils mit Luft, Sauerstoff oder unathembaren, auch gradezu giftigen Gasen (Wasserstoff, Stickstoff, Kohlenoxyd, Kohlensäure, Schwefel-, Phosphor- und Arsenwasserstoff, Aether- und Chloroformdampf) ein, und fanden, daß ansehnliche Mengen darin ihre Keimfähigkeit bewahrt hatten, falls nur die Samen vorher genügend ausgetrocknet worden waren. Jodin sah 1896 Erbsen, die 10 Jahre lang unter Queckfilberverschluß gelegen und während dieser Zeit keine Spur von Athmungsgas gebunden oder ausgehaucht hatten, in großer Zahl (40 Procent) keimen. Die Anhänger der ununterbrochenen Samen-Athmung fanden darauf die Ausflucht einer „intramolekularen Respiration", worauf Raoul Pictet, Horace Brown, Escombe und Horan mit Versuchen antworteten, bei denen Pflanzensamen und Thiereier, sowie lebende Thiere Temperaturen ausgesetzt wurden, die jede chemische Thätigkeit in denselben unmöglich machen. Die Letztgenannten bewahrten (1897) Sämereien verschiedenster Art 5 Tage lang

in flüſſiger Luft von —183 bis 192° und fanden, daß ſie ebenſo gut keimten, wie unabgekühlte Samen, wenn ſie nur allmälig genug (in einem Zeitraum von 50 Stunden) wiedererwärmt wurden.

Raoul Pictet ließ 1894 Thiere verſchiedenſter Art in Eisblöcke einfrieren, die er einer mehr als ſibiriſchen Kälte ausſetzte, und brachte durch vorſichtiges Aufthauen die Meiſten wieder zum Leben. Fiſche vertrugen ohne Schaden eine Abkühlung auf 15°, Fröſche und Schlangen auf 25 bis 28°, Skolopender erwachten noch, wenn ſie bei 40 bis 50° eingefroren waren, und Schnecken vertrugen gar eine mehrtägige Abkühlung auf 110 bis 120°. Froſchlaich, Infuſorien und Räderthiere konnten ſtundenlang auf 60° abgekühlt werden, während Mikroben und Bacillen munter weiter lebten, wenn ſie auch längere Zeit einer Kälte von 200° ausgeſetzt geweſen waren. Da nun bei —100° alle chemiſchen Thätigkeiten ohne Ausnahme aufhören, ſo müßten bei den bis auf 200° abgekühlten und längere Zeit hindurch in dieſer enormen Kälte erhaltenen Lebeweſen und ihren Keimen ſicherlich alle Lebensproceſſe zum Stillſtand gebracht worden ſein. „Dennoch," ſagt Pictet, „leben dieſelben weiter und entwickeln ſich, als wenn nichts geſchehen wäre; das Leben muß alſo eine Kraft ſein, wie Gravitation oder Schwere, eine Kraft, die immer vorhanden iſt und niemals ſtirbt, die aber das Vorhandenſein einer Organiſation erfordert, um ſich darin bethätigen zu können. Iſt dieſe einmal gegeben, ſo hat man nur Wärme, Feuchtigkeit und Licht zuzuführen und das Leben erwacht und entwickelt ſich, wie eine Dampfmaſchine, die man anheizt."

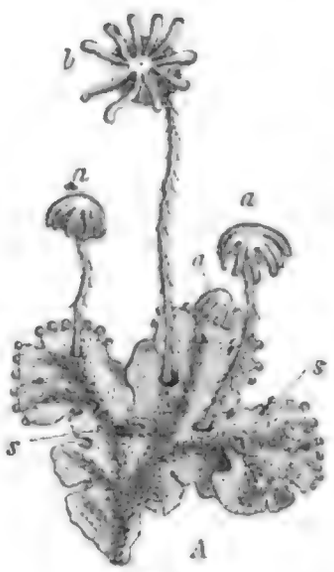


Fig. 64.
Marchantia polymorpha. Weibliche Pflanze in natürlicher Größe. a b Fruchtſtände verſchiedener Entwicklung. s Schalen mit Brutknöspchen.

Eine mit dieſer Zähigkeit und Widerſtandsfähigkeit der niederen Lebensformen zuſammenhängende Begabung zeigt ſich in der Leichtigkeit, mit der ſie ſich verjüngen und verlorene Theile oder Gliedmaßen ergänzen. Die niedern Thierformen nähern ſich darin den Pflanzen, von denen allgemein bekannt iſt, wie leicht ſich aus abgeſchnittenen Zweigſtückchen (Stecklingen), einzelnen Blättern u. ſ. w. neue Pflanzen erzielen laſſen, indem ſich der eingepflanzte Theil zur vollſtändigen Pflanze verjüngt und ergänzt. Man erzählt, daß in dieſer Weiſe ſämmtliche Trauerweiden Europas von einem angeblich vom Dichter Pope gepflanzten Stecklinge herrühren ſollten, der einem Feigenkörbchen entnommen war. Bei manchen niedern Pflanzen geht die Theilbarkeit bis ins Unendliche; man kann z. B. die an feuchten Stellen der Gärten, namentlich in der Nähe von laufenden Brunnen, Fontänen u. ſ. w.

wachsenden Brunnenmooſe (Lunularia vulgaris, Marchantia polymorpha (Fig. 64) u. A.) wie Vöchting gezeigt hat, mit dem Wiegemeſſer faſt zu Brei hacken, ohne die Stückchen von weniger als Schrotkorngröße dadurch zu hindern, in ihrer Wachsthumsrichtung neue Knospen zu treiben, und weiter zu wachſen. Ein Weidenſchößling mäßiger Länge kann ein Dutzend Stecklinge liefern und ein einziges Blatt des von Goethe ſeiner Zeit bewunderten und beſungenen Bryophyllum liefert ganz oder zerſtückt auf feuchte Erde gelegt, eine große Anzahl junger Pflanzen, die aus den Zahneinbuchtungen des Blattes hervorſproſſen.

Dieſe faſt unbegrenzte Sproſſungsfähigkeit der Pflanzen eröffnet ihnen die Möglichkeit, lange Perioden der Kälte oder Trockenheit zu überwinden, und es, namentlich in Baumform, zu hohen Jahren zu bringen, ihre Laubkrone in jedem Jahre vollſtändig zu erneuern. Die immergrünen Laubbäume wärmerer Zonen zeigen uns, daß der Laubfall unſerer Bäume mit hinfälligen Blättern eine Anpaſſungserſcheinung an die im Laufe der Erdentwicklung immer kälter gewordenen, den Polen nähern Länder iſt. Den im Winter grün bleibenden Eichen des Südens möchten es die nordiſchen Eichen noch immer gleich thun und halten die abgeſtorbenen Blätter bis zum Frühling feſt, während die Bäume mit vollendeter Winteranpaſſung, die Blätter nicht nur fallen laſſen, ſondern gradezu abwerfen. Die Weidenſtumpfe der Niederungsländer, denen man die Zweige alle paar Jahre zu Faſchinenbauten nimmt, und die Kugelakazien, deren Kronen alljährlich dem Geſchmack der Gärtner zum Opfer fallen, zeigen, was man einer Pflanze in dieſer Beziehung bieten kann.

Wie der Baum, den man als ein zuſammengeſetztes Individuum betrachten muß, ſo ergänzt ſich auch das in die Erde geſteckte Wurzel- und wipfelloſe Zweigſtück wieder zur ganzen Pflanze, freilich immer nur unter der Bedingung richtiger Einpflanzung, ſo daß das früher der Wurzel zugekehrte Ende in die Erde kommt, da es dort immer nur, auch wenn verkehrt oder wagerecht aufgehängt und mit feuchtem Mooſe umwickelt, Wurzeln und am andern Ende Gipfelknospen treiben wird. Das Theilſtück ergänzt ſich eben zur vollſtändigen Pflanze, geradeſo, wie wir es ſogleich bei niedern Thieren ſehen werden und nur ſehr wenige Pflanzen verleugnen dieſe ſtrenge Polarität der Achſentheile, wie z. B. die Brombeerſtaude, deren lange Ruthen ſich freiwillig im Bogen zur Erde zurückkrümmen und allmälig mit ihrem Gipfelende neu einwurzeln. Es iſt das eine Ausnahme-Erſcheinung, die an das Wurzelſchlagen der Ausläufer, z. B. bei den Gartenerdbeeren, erinnert.

Niedere Thiere gleichen den Pflanzen nicht nur darin, daß ſie ſich vielfach auf ungeſchlechtlichem Wege durch Bildung von Knospen, die erſt am Mutterſtamm ausſproſſen und ſich dann mitunter ablöſen, vermehren, ſondern auch durch weitgehende Theilbarkeit und Fähigkeit, abgelöſte Theile neu zu ergänzen, ja der Theile, zu vollkommnen Individuen auszuwachſen. Als

diese Fähigkeit zuerst bei Thieren entdeckt wurde, erregte das ein gewaltiges Aufsehen, nämlich im November 1742, als der angesehene Leidener Botaniker Gronovius der Londoner Königlichen Gesellschaft meldete, der junge aus Genf stammende Hauslehrer Trembley habe ein „Wasserinsekt" entdeckt, welches man in fünf bis sechs Stücke zerschneiden könne, die nicht nur die Eingriffe überlebten, sondern in kurzer Zeit von neuem Köpfe und Schwänze hervorsprossen ließen. Es handelte sich um den von Leeuwenhoek zuerst beschriebenen Süßwasser- oder Armpolypen (**Hydra vulgaris** Fig. 65) unsrer stehenden und träge fließenden Gewässer, der nicht nur, wie eine Pflanze Knospen bildet, aus denen sich neue 6—12 armige Polypen-Münder entwickeln, sondern auch durch eingestreuete, in seinen Zellen lebende Blattgrünkörnchen grün gefärbt ist. Der in mehrere Quer-Stücke zertheilte Armpolyp verhält sich dabei, wie Marshall in neuerer Zeit gezeigt hat, ganz wie ein Pflanzensteckling, den man in mehrere Stücke zerschnitten hat, und es erzeugen sich bei allen Theilstücken Mundöffnungen und Greifarme an demjenigen Pole, welcher dem Anheftungspole, gleichsam der Wurzel des „Pflanzenthiers", abgekehrt war. Die anderen Enden lassen sich beliebig mit einander verheilen, so daß wahre Monstra, schwimmende oder festgewurzelte Hydren mit vielen Mundöffnungen erhalten werden können.

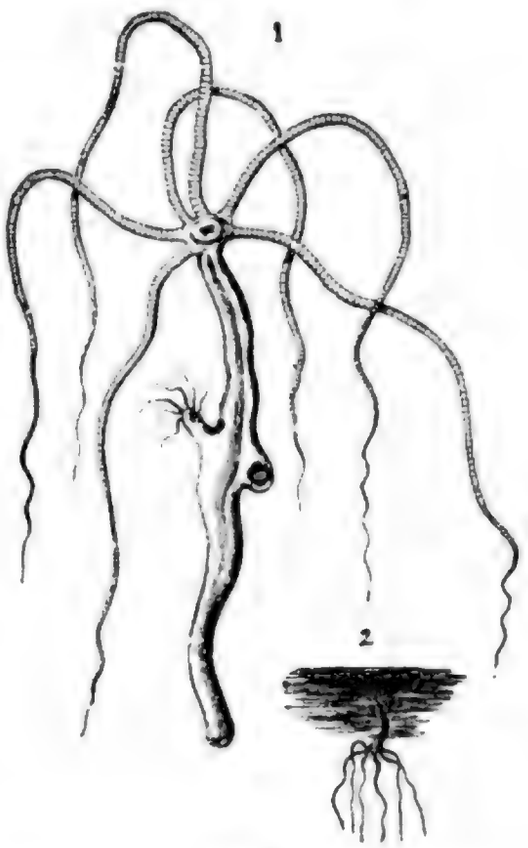


Fig. 65.
Süßwasser-Polyp; 1 vergrößert, 2 in natürlicher Stellung und Größe.

In selteneren Fällen entstehen auch an dem falschen Pole des Theilstückes Mundöffnungen mit Fangarmen, doch sind dies Ausnahmssprossungen durch sog. **Heterogenesis** (unregelmäßige Zeugung). Dagegen hat sich ein anderer vorgeblicher Versuch Trembleys, das Polypenstück auf eine Schweinsborste zu fädeln und umzustülpen, wie einen Handschuhfinger, so daß nun die Magenwand nach außen käme und Oberhaut würde, in neuerer Zeit nicht mehr so leicht ausführen lassen und sein Gelingen beruhte wahrscheinlich nur auf Täuschung. Das Polypenstück stülpt sich nämlich vor dem Weiterwachsen heimlich wieder zurück, oder es findet (nach Nußbaum) eine wechselseitige Wanderung der Haut- und Magenblattzellen statt.

Aehnliche Zerstückelungen kann man auch den meisten andern Pflanzen-

thieren oder Zoophyten, die den Pflanzen durch regelmäßige Knospenbildung und Vermehrung oder Veräſtelung durch dieſe Knospen ähnlich erſcheinen und von denen man viele, wie Schwämme und Korallen bis zum vorigen Jahrhundert für wirkliche Pflanzen gehalten hat, zumuthen, namentlich den Schwämmen und Korallen-Polypen, die man in Stücke ſchneiden und im Felſengrunde des Meeres förmlich anpflanzen kann. Auch bei den Aktinien oder Seeroſen iſt das Knospungs- und Neuſproſſungsvermögen ſtark entwickelt; ſie theilen ſich, was zuerſt Goſſe in neuerer Zeit beobachtet hat, wie ſonſt die einzelnen Zellen thun, durch einfache oder kreuzförmige Längsſchnitte freiwillig in 2—4 Stücke, die ſich dann ergänzen, und Madame Tynne ſah in dieſer Weiſe aus zwei Seeroſen im Verlaufe von zwei Jahren durch wiederholte Selbſttheilung und Knospung nicht weniger als 278 Tochter-Seeroſen hervorgehen. Man ſieht, daß bei der Vermehrung dieſer Thiere Selbſttheilung und Knospung beinahe eine größere Rolle ſpielen, als die geſchlechtliche Fortpflanzung. Jedes abgeſchnittene Stück hat den phyſiologiſchen Werth eines Keimes oder Eies der höheren Thiere, welche in ihrer erſten Anlage auch nur Knospen ſind, nur daß ſich die Erzeugung ſolcher Knospen ſpäter auf eine beſondere Körperſtelle verlegt und auf ein Organ (den Eierſtock) beſchränkt, und daß dieſe Knospen dann erſt einer vorhergehenden Befruchtung bedürfen, um ſich zu entwickeln, während, wie geſagt, die niederen Thiere gleich den Pflanzen auch durch Theilung und Knospung ſich vermehren, ein Vorgang, der bei ihnen noch lange neben der geſchlechtlichen Fortpflanzung, nachdem ſich dieſe ausgebildet hat, einhergeht. So erzog z. B. Trembley aus einem einzigen, in 50 Stücke zerſchnittenen Armpolypen ebenſoviel neue Polypen. Es ſind demnach Fähigkeiten, die in Folge der Arbeitstheilung in den Geweben und Organen bei höheren Thieren nur noch beſtimmten Geſchlechtszellen zukommen, vermöge der urſprünglichen Einfachheit der Bildungen, hier noch Gemeingut aller Theile. Das niedere Thier bekundet damit, wie Claude le Cat ſchon 1749 darlegte, eine allgemeinere und vorausſetzungsloſere Lebenskraft; ſolche auf den einfachſten Ausdruck zurückgeführte thieriſchen Organiſationen ſeien Günſtlinge der Natur, auf die ſie alle ihre Gaben ausgegoſſen, während der Menſch, der ſich ſchmeichle, ihr erſtgeborener Sohn zu ſein, gegen den Polypen wie ein enterbtes Kind erſcheine, das nicht nur jene wunderbaren Vitalitäts- und Regenerationsfähigkeiten eingebüßt, ſondern auch vermöge ſeiner komplicirten Leibesbeſchaffenheit einem Heer von Leiden und Krankheiten verfallen ſei, die ſo einfach gebauete Thiere nicht kennen. In der That, Thiere, die kein Gehirn, kein Herz, keine Lungen und Nieren haben, dürften auch der Gehirn-, Herz-, Lungen- und Nierenkrankheiten enthoben ſein.

Den Pflanzenthieren am nächſten kommen in der Sproßkraft die niederen Würmer, namentlich die Strudelwürmer, von denen die Plattwürmer (Planarien) zum Theil an Steinen und Waſſerpflanzen unſerer

Teiche und Bäche vorkommen und im Aussehen kleinen Nacktschnecken gleichen. Dugès hat schon vor 70 Jahren bemerkt, daß wenn man diese Thiere quer durchschneidet, der vorderen Hälfte ein neuer Schwanz und der hinteren ein neuer Kopf, d. h. das mit (gewöhnlich zwei) Augenpunkten versehene Vorderstück neu wächst, und daß, wenn man den vorderen Theil der Länge nach halbirt, ohne das Thier ganz durchzuschneiden, dadurch Monstra mit 2 Köpfen entstehen. (Fig. 66.) Sogar der aus der Mitte des Leibes (auf der Unterseite) hervorstülpbare Mundrüssel lebt abgeschnitten fort und soll unmittelbar weiter fressen. Darwin erzählt, daß wenn er eine der im Brasilianischen Urwalde unter Steinen und Baumrinden lebenden großen und schöngezeichneten Planarien in viele Stücke zerschnitten habe, jedes Bruchstück in seiner eigenen Richtung davongekrochen sei, als ob es immer noch mit einem eigenen leitenden Vorderstück versehen wäre.

Fig. 66.
Durch Einschneiden erzielte Doppelplanarie

Unter den Ringelwürmern besitzen namentlich die niederen Formen ohne abgesetzten Kopf und Fußstummel, welche in der Erde und im Süßwasser leben, die sogenannte Oligochäten, ein sehr starkes Regenerationsvermögen. Réaumur, Bonnet, Rösel und Spallanzani haben darüber im vorigen Jahrhundert lange Reihen abenteuerlich aussehender Versuche angestellt, namentlich am gemeinen Regenwurm und seinem im Wasser lebenden Doppelgänger (Lumbriculus), sowie an den kleinen zierlichen Wurmschlängelchen (Naïden). Man kann ihnen Kopf und Schwanz wegschneiden, und wenn man nur die Vorsicht gebraucht, am Kopfe noch einige Ringe sitzen zu lassen, so ergänzen sich Kopf, Mittelstück und Schwanz bald wieder zu vollständigen Thieren. Bei Naïden gelang Bonnet und Rösel dieser Versuch mehr als zwölfmal hintereinander bei demselben Thiere. Mit Unrecht war in neuerer Zeit das Nachwachsen des Kopfes bezweifelt worden, aber so ausgezeichnete Beobachter wie Dugès, van Beneden und A. de Quatrefages haben es in unserem Jahrhundert bestätigt. Mehrere Ringelwürmer vermehren sich sogar durch freiwillige Theilung in mehrere Ringelgruppen, wobei eine Sprossung der Gliedstücke der Theilung vorangehen kann (bei Naïs und ihren Verwandten), oder derselben (z. B. bei Lumbriculus) nachfolgt.

Als im vorigen Jahrhundert die Entdeckungen Trembleys, Bonnets und Spallanzanis über das Wiederwachsen verstümmelter Theile ein so großes Aufsehen erregten, ging auf Vorschlag Réaumurs eine Expedition französischer Naturforscher an den Meeresstrand, um das Vermögen der Seethiere nach dieser Richtung zu studiren. Sie brachten unter andern die Beobachtung mit, daß auch den See- und Schlangensternen die abgebrochenen Gliedmaßen wieder wüchsen. Aber im Jahre 1866 beob-

achtete Ed. von Martens, daß auch der abgelöſte Arm eines Seeſterns des indiſchen Meeres (Linckia multifora) ſich durch Hervorſproſſen von 4 neuen Armen zu einem vollſtändigen Seeſtern ergänzt, was um ſo erſtaunlicher iſt, da die hauptſächlichſten Nerven und Ernährungsorgane im Mittelſtück, für welches die Arme nur Greif-, Kriech- und Fangorgane zu ſein ſcheinen, zuſammengedrängt ſind, ſo daß der ſich aus dem Arm regenerirende Seeſtern zunächſt keinerlei Nahrung aufzunehmen im Stande iſt. Dieſelbe auffallende Erſcheinung hatte ſchon vorher Dalyell beobachtet und ſchon nach 5 Tagen an der Trennungsſtelle vier neue Arme hervorſproſſen geſehen, ſo daß der im Entſtehen begriffene Seeſtern ausſieht, wie ein Komet mit 4 kurzen Strahlen und einem langen Schwanze. Solche „Kometenformen" (Fig. 67) fand dann der ruſſiſche Naturforſcher Kowalewsky bei einem Seeſtern des rothen Meeres (Ophidiaster Ehrenbergii) in großer Anzahl; er ſah, wie ſich bei dieſen Thieren ein Arm

Fig. 67.
Kometenform von Linckia multifora $^2/_1$. Von der Bauchſeite.

nach dem andern von der Scheibe ablöſte, um einen neuen Kometenſtern zu bilden und da das zurückbleibende Mittelſtück an Stelle der losgelöſten Arme ebenfalls wieder neue Arme trieb, ſo waren alle bei Tur gefangenen Exemplare dieſer Art mit ungleich langen Armen verſehen; mit 5 gleichlangen Armen konnte nicht ein einziges Thier aufgetrieben werden. Wahrſcheinlich bezieht ſich auf ſolche, aus ganz verſchiedenartigen Theilen zuſammengeſetzte Seeſterne das alte von Aelian und Oppian mitgetheilte Märchen, daß die Stücke eines Seeigels, die man einzeln in's Meer werfe, darin weiterlebten, einander aufſuchten und zuſammenwüchſen; die oft ſehr ſtachelreichen Seeſterne wurden dabei wohl mit den Seeigeln zuſammengeworfen. Uebrigens ſind nicht die Arme aller Seeſternarten im Stande, ein vollſtändiges Thier zu ergänzen; bei vielen gehört ein Stück daran ſitzender Scheibe dazu, aber bei der hier abgebildeten Art (Fig. 67) überzeugte ſich Haeckel, daß die ſproſſenden Arme durchaus keine Theile des Mittelſtückes enthielten. Nach den Mittheilungen von Lütken, Simroth u. A. vermehren ſich mehrere Arten von Schlangenſternen aus den Gattungen Ophiotela, Ophioctis und Ophiocoma vorwiegend dadurch, daß ſie ſich durch einen quer über ihre Scheibe laufenden Spalt in zwei Stücke

theilen, die sich dann wieder zu vollständigen Thieren ergänzen, obwohl die in der Scheibe liegenden Weichtheile (Magen, Gefäße, Nerven), dabei ganz unregelmäßig zerrissen werden. Auch die verwandten Seegurken oder Holothurien ergänzen sehr leicht freiwillig abgeworfene oder abgerissene äußere und ausgeworfene innere Theile, wovon später noch zu sprechen sein wird.

Schon bei den Weichthieren beschränkt sich, wie bei allen in der Stufenleiter der Organisation höher stehenden Thieren das Wiederwachsthum auf häufiger verloren gehende Theile, die freilich oft scheinbar freiwillig abgeworfen werden. Aber das Nachwachsen tritt hinfort nicht mehr, wie bei Pflanzenthieren, Würmern und Stachelhäutern in den Dienst der Artvermehrung; auch wachsen nicht mehr kleine Theilstücke zu ganzen Thieren aus. Dafür erstreckt sich aber das Nachwachsen selbst noch auf die edelsten Organe: Fühler, Augen und selbst auf den abgeschnittenen Kopf der Schnecken nach Spallanzanis Entdeckung. Die letztere erregte im vorigen Jahrhundert gewaltiges Aufsehen und Voltaire fand, daß die Schnecken, welchen der Kopf regelmäßig wiederwächst, eigentlich viel größere Wunderthäter seien, als der heilige Dionysius, der seinen Kopf nach der Enthauptung zwar aufhob, aber nicht wieder auf den Rumpf befestigen konnte. Der Spötter weidete sich Angesichts der Würmer und Schnecken, denen ein neuer Kopf wächst, an der Verlegenheit der Philosophen, die geglaubt hätten, daß der Kopf bei allen lebenden Thieren Princip und Ursache aller Bewegungen, Empfindungen und Vorstellungen sei, und der hier nach Bedarf vom Körper neu erzeugt werde. Man begreift, daß in einer so wichtigen Frage sehr viele Naturforscher sich selbst überzeugen wollten; unzählige Gartenschnecken fielen dieser Wißbegierde zum Opfer und nicht wenige Stimmen von Zoologen erhoben sich, welche behaupteten, ihren Schnecken sei es nicht „eingefallen", den abgeschnittenen Kopf neu zu erzeugen. Hielten auch angesehene Forscher damals an der Ueberzeugung Spallanzanis fest, den Schnecken wüchse der abgeschnittene Kopf wieder, so blieb doch die Sache unentschieden, bis Schweigger und Carrière, welcher letztere 1880 ein besonderes Werk über die Regeneration der Lungenschnecken veröffentlichte, die Sache aufklärten. Schweigger, der die eigenen Präparate Spallanzanis untersuchen konnte, zeigte, daß der Mißerfolg zahlreicher Beobachter augenscheinlich daran gelegen hat, daß sie den Schlundring der Schnecken, der die nervösen Theile enthält, mit fortgeschnitten hatten, während Spallanzani denselben nicht verletzte. Der italienische Forscher war also im Irrthum zu glauben, das Gehirn vollständig beseitigt zu haben, denn in diesem Falle wachsen die Köpfe nicht neu. Was noch bei den Würmern möglich ist, gelingt schon bei den Schnecken nicht mehr.

Bei den Gliederthieren: Krebsen, Spinnen und Insekten wachsen nur die äußeren Körperanhänge, namentlich die Beine leicht wieder, zumal bei den älteren Gliederthieren, als die wir die Krebse betrachten

dürfen. Sie bekommen ſo leicht neue Beine wieder, daß ſie dieſelben bei der geringſten Gefahr, an den oft langen Beinen feſtgehalten zu werden, fahren laſſen dürfen und dies oft ſcheinbar freiwillig und muthwillig thun, wie der Menſch eine Locke verſchenkt, weil ſie ihm bald wiederwächſt. Es haben ſich beſondere Einrichtungen, um die Beine leicht loszulöſen, bei ihnen herausgebildet, von denen wir ſpäter ſprechen. Bei den höheren Gliederthieren, den Inſecten, ſchränkt ſich der Wiedererſatz der Gliedmaßen mehr und mehr auf die oft lange dauernde Larvenzeit ein, wo ihnen der Erſatz noch von Nutzen ſein kann, während das ausgebildete Inſect, welches in der Regel nur noch eine kurze Lebensdauer vor ſich hat, gewöhnlich die verlorenen Glieder nicht mehr neu bildet, wie denn ein nachwachſendes Bein bei ihnen kaum mehr rechtzeitig in Thätigkeit treten könnte.

Auch bei den Angehörigen der höchſten Thierklaſſe, den Wirbelthieren zeigt ſich Erſatzvermögen in größerem Umfange nur bei Angehörigen ſolcher Abtheilungen, die einen Larvenzuſtand haben, wie die Amphibien und gewiſſe Fiſche. An Schwanzlurchen (Molchen, Tritonen u. ſ. w.) und Froſchlarven ſtellten Spallanzani und Bonnet zahlreiche und gelungene Verſuche an, aus denen hervorgeht, daß ſie nicht allein den abgeſchnittenen Schwanz, ſondern alle vier Beine, auch Theile des Kopfes in verhältnißmäßig kurzer Zeit ergänzen und zwar zu mehrmals wiederholten Malen, ſo daß ein Molch, dem Spallanzani ſechsmal nacheinander die Beine weggeſchnitten hatte, in der kurzen Friſt von 3 Sommermonaten 687 Einzelknochen dieſer Gliedmaßen neu anlegte, ein andrer bei guter Fütterung in einer etwas längeren Friſt ſogar 1374 Knochen neu bildete. Dieſe Thiere zeigen bei ſolchen Operationen keinerlei Unbehagen, freſſen, wenn ſie gerade bei einer Mahlzeit ſind, ruhig weiter, und man hat nur, wie neuere Unterſuchungen lehrten, die Vorſicht zu beobachten, daß noch ein Baſaltheil, gleichſam eine Wurzel des Gliedes übrig bleibt, aus der es neu ſproſſen kann. Es erklärt ſich dies leicht aus der durch Fraiſſe 1885 feſtgeſtellten Thatſache, daß jede Gewebeform der Neubildung aus den gleichartigen Theilen des Stumpfes hervorgeht, die neue Oberhaut als Fortſetzung der alten, die neuen Muskel- und Nervenzellen u. ſ. w. aus den alten, während andere Elementartheile aus dem Bindegewebe entſtehen. Iſt dagegen ein Glied ganz aus ſeinem Gelenke gelöſt, ſo vermag der Wundreiz nicht mehr in beſtimmter Richtung anregend zu wirken und die Neubildung unterbleibt.

Die höher ſtehenden Luft-Wirbelthiere, die in ziemlich ausgebildetem Zuſtande an's Licht treten und nach ihrer Geburt nur noch wachſen, haben größtentheils dieſe Vortheile der älteren Thierwelt, ſich gelegentlich völlig zu verjüngen und erlittene Schäden bis zur Vervollſtändigung ganzer Gliedmaßen auszubeſſern, eingebüßt; nur die Eidechſen haben unter ihnen noch den Vorzug behalten, wenigſtens ihren langen Schwanz leicht abzubrechen und neuſproſſen zu ſehen, wahrſcheinlich weil er als nachſchleppender Körpertheil leicht in Gefahr gerieth, ergriffen zu werden, und ſie daher in der

Praxis der niederen Thiere, festgehaltene Gliedmaßen fahren zu lassen, in Uebung blieben. Im Allgemeinen sind bei den höheren Wirbelthieren die Vorgänge der Regeneration auf die regelmäßige periodische Erneuerung der stark der Abnutzung unterworfenen Oberhautgebilde, und auf das Zusammenheilen und die Ausfüllung (Vernarbung) von Fleischwunden beschränkt. Bei der periodischen Mauserung, der die meisten Reptile, Vögel und Säugethiere unterliegen, werden nicht nur die freien Oberhautgebilde, mögen sie auch noch so prachtvoll (bei vielen Reptilen und Vögeln) gefärbt und gezeichnet sein, sondern in einzelnen Fällen, wie bei den Schlangen das ganze oberste Häutchen, wie ein abgetragenes Kleidungsstück abgestoßen. Oft dient die Erneuerung des Haar- oder Federkleides zugleich bestimmten Vortheilen, z. B. bei manchen Polarthieren, die im Sommer ein mehr graues oder bräunliches, im Winter ein mehr weißes Gewand erhalten, so daß die verschiedenartigen Sommer- und Winterkleider ihrer besseren Verbergung in der schneefreien oder schneebedeckten Landschaft förderlich sind. Gewöhnlich fällt die Erneuerung der Oberhautgebilde mit der Paarungszeit zusammen, und sie erstrahlen dann am Hochzeitskleide, namentlich bei den Männchen, oft in prachtvollstem Farbenschmuck. Auch gehen diese Erneuerungsvorgänge tiefer als der Laie gewöhnlich glaubt. So erstreckt sich beispielsweise die Mauser bei den Vögeln nicht blos auf das Federkleid, sondern auch auf die Krallen und Schnabelscheide; unser Kernbeißer hat beispielsweise im Winter einen rosenfarbenen und im Sommer einen blauen Schnabel. Manche Eidechsenmännchen bekommen zur Paarungszeit sogar gefärbte hornartige Zierathen auf dem Kopfe, wie die Hirsche und Kämme auf dem Rücken, die nachher abfallen oder einschrumpfen und alljährlich erneuert werden. Der nordische Larventaucher oder Seepapagei (Mormon arcticus) bedeckt im Sommer seinen brennendrothen Schnabel mit einer gestreiften Maske oder Larve, so daß er dann wie ein Papagei aussieht, und der so verstärkte Schnabel dient ihm nicht als Faschingsmaske, sondern zum Graben der Erdgänge für seine Brut. Später zum Winter wirft er die Kunstnase stückweis wieder ab und zeigt dann ein so verändertes Gesicht, daß man aus ihm und den Verwandten jedes Mal mehrere Arten gemacht hatte, bis L. Bureau (1879) diese Schnabelmetamorphose der Larventaucher genauer studirte, und dabei mehrere Formen zu einer einzigen zusammenziehen konnte. (Vgl. Fig. 68.)

Beim Menschen sind auch diese Mauserungs-Erscheinungen geschwunden, nicht einmal Haare und Zähne (mit Ausnahme des Milchzahngebisses) erneuern sich, während die Zähne der niederen Wirbelthiere (Fische, Amphibien und Reptile) zeitlebens weiterwachsen und nach dem Abbruch sich erneuern, auch noch bei einzelnen Säugern, die ihnen beständige abschleifende Arbeit geben, wie die Nager, dieses unbegrenzte Wachsthum behalten haben. Nur einige wenige Körpertheile, wie z. B. die Krystalllinse des Auges, erzeugen sich nach der Zerstörung von Neuem, worauf die Möglichkeit der Operation

des grauen Staars beruht. Es läßt ſich nach dem, was auf den letzten Seiten geſtreift wurde, nicht verkennen, daß in Anbetracht der Widerſtandsfähigkeit der niederen Organismen gegen Kälte, Hitze, Trockenheit, Verletzungen und Verſtümmelungen (die zum vollkommnen Erſatz führen), der Satz des Spinoza: die erſten Modificationen der Subſtanz ſeien die vollkommenſten, in eigner Beleuchtung erſcheint. In dieſer Richtung ſind nicht die höheren, ſondern die niederſten Thiere die vollkommneren oder begabteren. Die Energie des Lebens hat offenbar mit dem Fortſchreiten zu höheren Lebensformen abgenommen, und es iſt ja nur natürlich, daß der Organismus mit der Verfeinerung ſeines innern Baus empfindlicher gegen Störungen und bei Verletzungen ſchwieriger auszubeſſern wird. Auch in der perſönlichen Entwicklung der Lebeweſen bemerken wir ähnliches; der Pflanzenſamen oder junge Thierkeim ſind am widerſtandsfähigſten, der jugendliche Körper mehr als der erwachſene.

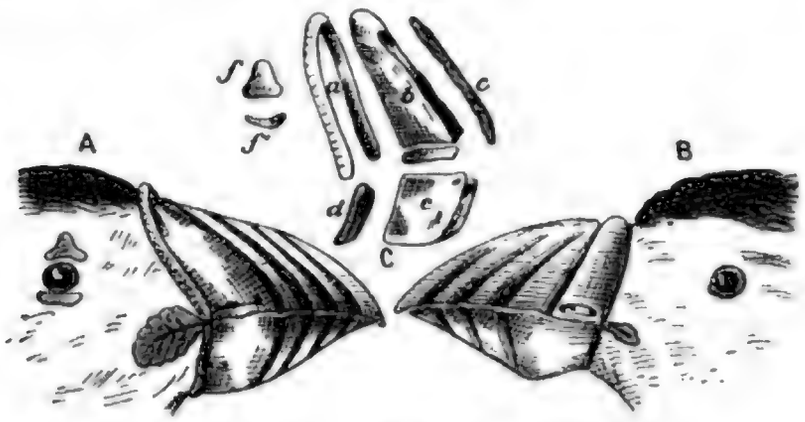


Fig. 68.
Kopf des armoriziſchen Larventauchers (Fratercula armorica).
A. Kopf im Frühjahr. a—f abfallende Hornſtücke des Schnabels und der Augenſchilder. B. Der Schnabel nach dem Abwerfen der Maske.

Wenn wir dieſe Erfahrungen auf die Geſchichte des Erdlebens anwenden und uns der Mühe erinnern, die wir heute haben, die niederen Lebensformen, ſoweit ſie uns, wie Schimmelpilze, Gährungserreger, Krankheitskeime ſchädlich entgegentreten, von uns, unſeren Gefäßen und Inſtrumenten fern zu halten, wenn wir Erde, Waſſer und Luft damit erfüllt ſehen, da werden wir nicht umhin können, anzunehmen, daß es von Urzeiten her eben ſo war, daß alle Waſſeranſammlungen der Erdoberfläche, ſoweit ſie nicht kochheiß waren, ſchon bald nach der erſten dickeren Kruſtenbildung der Erde mit unzähligen niederen Lebensformen bevölkert waren. Den Bacillus der Butterſäure-Gährung (Bacillus amylobacter) hat man bis zur Steinkohlenzeit zurückverfolgen können, und es iſt wahrſcheinlicher, als das Gegentheil, daß er heute unerkennbar ſchon in den organiſchen Reſten viel älterer Zeiten eine Rolle geſpielt hat. Eine devoniſche Bacterie (Micrococcus devonicus), welche das Holz der abſterbenden Bäume

zerstörte und durch Verzehrung der Tüpfel den Mythus eines tüpfellosen Nadelholzes (Aporoxylon) erzeugt hatte, wurde jüngst durch Renault in den thüringischen Cypridinenschiefern entlarvt. Die Klage des Mephistopheles:

Der Luft, dem Wasser, wie der Erden
Entwinden tausend Keime sich,
Im Trocknen, Feuchten, Warmen, Kalten!
Hätt' ich mir nicht die Flamme vorbehalten,
Ich hätte nichts Aparts für mich.

galt sicher von der frühesten Urzeit an, wenn auch die meisten dieser mikroskopischen Urwesen keine heute erkennbaren Spuren ihres Daseins gelassen haben. Natürlich wird man nicht annehmen dürfen, daß diese niedersten Organismen der frühesten Urzeit so starke parasitäre Neigungen entwickelt haben, wie später: sie könnten im Anfange höchstens aufeinander schmarotzt haben.

Um die Entwicklung der Lebensformen in der Urzeit zu begreifen, muß man sich über die klimatischen Bedingungen, die Wärme-, Licht- und Luftverhältnisse derselben zu unterrichten suchen. Denn es wäre offenbar verkehrt, zu glauben, daß diese fundamentalen Lebensbedingungen seit jeher dieselben gewesen wären, wie heutzutage, daß damals eine ähnliche Gliederung in Polargebiete, gemäßigte, subtropische und tropische Zonen bestanden habe wie jetzt. Allerdings ist es wahrscheinlich, daß die Erdachse ihre jetzige Neigung zur Erdbahn schon seit den ältesten Tagen der Erde besessen und beibehalten hat, und daß die bald zu erwähnenden Ansichten von einem Wandern der Pole nicht begründet sind, obwohl man noch in den letzten Jahrzehnten bisher unbekannte Schwankungen in den Polhöhen beobachtet hat, und die Wanderungen der Magnetpole unzweifelhaft nachgewiesene Thatsachen sind. Aber diese Schwankungen vollziehen sich in einem Kreislaufe, mögen sie nun von irdischen oder kosmischen Bedingungen hervorgerufen werden und verändern den Winkel der Erdachse, dem wir die Folge der Jahreszeiten, die abwechselnde Temperatursteigerungen auf der nördlichen und südlichen Hemisphäre, die Ablenkung der Luftströmungen und die Ablösung der trockenen und nassen Jahreszeiten verdanken, nur wenig. Größeren Einfluß darauf hat die wechselnde Gestaltung der Land- und Meeres-Vertheilung für die betreffenden Gegenden, in denen Aenderungen eintraten, Meeresströmungen unterbrochen oder eröffnet wurden, gehabt. Aber alles das erklärt nicht die Thatsache der früher höheren und gleichmäßigeren Temperatur an der Erdoberfläche bis hinauf in höhere Breiten, von der uns sowohl geologische als biologische Verhältnisse Kunde geben.

Von der wärmeren und gleichmäßigeren Temperatur der Erde in den älteren geologischen Perioden zeugt einerseits das Vorkommen solcher Pflanzen und Thiere in unseren Breiten, die sich später auf die Aequatorial- und

tropische Zone zurückgezogen haben, die Bauten der Korallen-Polypen in den nordischen Meeren, und selbst die größere Langsamkeit, mit der Eruptivgesteine in den älteren Erdepochen erkalteten. (Vgl. S. 82.) Man hat diesen mit Sicherheit abzuleitenden Befund früher meist in eine allzu unmittelbare Verbindung mit der geringeren Dicke der abgekühlten Erdkruste gebracht. Allein die Gesteine sind so schlechte Wärmeleiter, daß bekanntlich eine Lavamasse, die innen noch glühend ist, nach kurzer Zeit betreten werden kann, weil dann die dünne Kruste an ihrer Oberfläche bereits Lufttemperatur angenommen hat. Daher können wir auch nicht glauben, daß das heiße Erdinnere dauernd zur Erhöhung der Luft- und Wassertemperaturen beigetragen haben könnte, jedenfalls nicht durch die unendlichen Zeiträume hindurch, während welcher wir die gesammte Erde vor dem geistigen Auge vom Aequator bis zu den höheren Breiten mit einer tropischen Vegetationsfülle bedeckt sehen. Wir dürften eine solche Annahme wohl für die ältesten Zeiten der festen Erde machen, allein auf die ungeheuren Zeiträume hinaus, in denen die gesammte Erde ein warmes Klima besessen hat, und welche sich bis an das Ende der Tertiärzeit erstreckte, können wir keine Centralheizung der Erde für wahrscheinlich halten. Von anderen Seiten ist zur Erklärung namentlich auf die viel höhere und dichtere Erd-Atmosphäre der Urzeiten hingewiesen worden, in der noch viele jetzt von den Mineralen der Erdrinde gebundene Stoffe, namentlich größere Kohlensäure- und Wassergasmengen enthalten waren, deren Gegenwart weniger das Eindringen der Sonnenstrahlen, als die Wärmeausstrahlung der erwärmten Erdoberfläche verminderte. Arrhenius hat in jüngster Zeit, namentlich Rechnungen über den Einfluß der Luftkohlensäure, die auch periodisch durch starke vulkanische Ausbrüche in ihrem Mengenverhältniß erhöht gewesen sein könne, hingewiesen, aber andere Klimatologen haben seinen Rechnungen widersprochen. Auch die Annahme Heers, daß das Sonnensystem damals vielleicht in wärmeren Weltregionen umhergekreist sei, ist nicht sehr viel glücklicher, so daß wir eine andere Hypothese nicht ohne Weiteres von der Hand weisen dürfen, die in neuerer Zeit von Blandet aufgestellt worden ist, und mit keiner physikalischen oder astronomischen Thatsache in directem Widerspruche steht.

Blandet geht von der Kant-Laplace'schen Welttheorie aus, und sagt, vor vielen Jahrtausenden, als die Erde längst oberflächlich erkaltet sein konnte, wäre die Sonne noch viel ausgedehnter gewesen als heute, ihre Umrisse erstreckten sich damals vielleicht noch bis zur Merkursbahn. Eine so große Sonne, die beinahe den vierten Theil des Horizontes einnahm, mußte eine wesentlich andere Wirkung auf die Erde ausüben, als unsre heutige Sonne. Ihre übergroße Wärmestrahlung zwar konnte durch eine dichtere Atmosphäre abgehalten werden, aber die Beleuchtungserscheinungen mußten wesentlich andere sein, die Nächte viel kürzer, die Dämmerungszeiten und Tage bedeutend länger ausfallen. Eine der letzteren ähnliche

Voraussetzung wurde nun beinahe gefordert, von einer anderen Erfahrungsreihe aus, nämlich von den neuern geologischen Erforschungen der Polarländer, welche gezeigt haben sollten, daß der Nordpol bis in eine sehr späte Periode hinein, ringsum von einem üppigen Pflanzenwuchs bedeckt gewesen wäre, der bei einem halbjährigen Tag- und Nachtwechsel, wie er nunmehr dort stattfindet, kaum zu denken sein würde. Wohl könnten wir dichte Nebel annehmen, welche, warmen Strömungen des Meeres folgend, die Vegetation jener Gegenden vor dem Erfrieren durch Wärmeausstrahlung geschützt haben könnten, allein die halbjährige Nacht und der halbjährige ununterbrochene Sonnenschein würden kaum günstig eingewirkt haben können. Es mag hier sogleich hervorgehoben werden, daß die Annahmen Oswald Heers, nach denen ehemals und noch in jüngern Zeiten auf der Insel Disko (70° n. B.) und sogar in Grinnelsland nördlich der Smithstraße (82° n. B.) Palmen und andere tropischen Gewächse gedeihen konnten, woraus einzelne Geologen eine Verschiebung der Pole, als einzige mögliche Erklärung herleiten wollten, nach den Untersuchungen von Brown, Gardner und Nathorst aufzugeben sind: kein Palmenstamm hat dort sich nachweisen lassen, und einzelne Stämme oder Blätter tropischer Pflanzen können leicht auf Treibhölzer und Windverwehungen zurückgeführt werden, wie ja noch heute in solchen Breiten schwimmend dahingelangte Mahagonistämme und mittelamerikanische Früchte angetroffen werden. Andererseits treffen wir daselbst jedenfalls reichlichere Spuren von Vegetation nordischen Charakters, als heute dort gedeiht.

Hier tritt jedoch eine Betrachtung in den Vordergrund, die bereits Buffon angestellt hat, und die mit allen bis jetzt beobachteten Thatsachen im Einklange steht. Mußte nicht, sagt er, wenn man von einer feuerflüssigen Erde ausgeht, das erste Festland an den Polen entstehen, und die allgemeine Gluth der Erdoberfläche dort zuerst soweit gemäßigt werden, daß lebende Wesen existiren konnten? Zu einer Zeit, in welcher an allen andern Punkten der Erde noch eine unerträgliche Wärme herrschte, konnte dort bereits ein Klima vorhanden sein, welches sich dem der heutigen Tropen vergleichen ließe. Es widerstrebt unserem gewohnten Denken und dem alltäglichen Gesichtskreise, gerade dieses jetzt vom ewigen Eise bedeckte Land als die Wiege des Lebens betrachten zu sollen, allein allerlei neuere Erfahrungen der Wissenschaften drängen uns dazu, dorthin den Blick zu richten. Der ausgezeichnete französische Pflanzenpaläontologe Graf von Saporta weist zum Beweise für diese Ansicht darauf hin, daß die älteren und gleichzeitig reichsten, fossilienführenden Schichten unserer nördlichen Halbkugel, die uns von dem ältesten Meeresleben, von Landpflanzen und Thieren Kunde geben, in den kalten Breiten der Nordpolländer angetroffen werden, namentlich in 50—60° nördlicher Breite und darüber hinaus. Dort finden sich die silurischen Schichten, die von der Verwitterung des ältesten Nordpollandes gebildet sind, in größter Ausbildung und obgleich sich dieselben

bis zum 35° n. B. in Spanien und Nordamerika ausbreiten, so werden die am meisten charakteristischen Schichten doch in England, Skandinavien, Böhmen und Nordamerika angetroffen. Daß das silurische Meer in den arktischen Breiten ein warmes Meer war, beweisen uns wie erwähnt, die Korallenbauten desselben, welche von sechszähligen Korallenthieren ausgeführt wurden, die heute nur noch in den wärmsten Meeren leben. Die Insel Gothland und andere nordische Inseln bestehen aus den Resten dieser uralten Gesellschaftsbauten.

Noch ältere, beinahe von organischen Resten freie Schichten, die zu einer Zeit gebildet wurden, als das organische Leben im Meere noch nicht existirte, oder, was wahrscheinlicher ist, nur in Formen vorhanden war, die sich ihrer weichen Beschaffenheit wegen nicht zur Erhaltung und Versteinerung eigneten, trifft man in ihrer hauptsächlichsten Ausbildung in Canada, Grönland und Spitzbergen an. Es ist nicht anders mit den obern devonischen und den kohlenführenden Schichten, die der eigentlichen Steinkohlenzeit vorausgingen; dieselben breiten sich bis zum 76° n. B. auf Grönland, bis zum 79° auf Spitzbergen aus und d'Archiac hat bereits vor längerer Zeit bemerkt, daß die nach Norden so zusammenhängenden Steinkohlen- und Braunkohlenablagerungen — „Surturbrand" der altnordischen Poeten — südlich vom 35° n. B. zur Ausnahme werden.

In der That stimmen alle Vorstellungen, zu denen die Untersuchungen der nordischen Steinkohlenwälder geführt haben, mit der oben entwickelten Ansicht eines damaligen feuchtwarmen, dunstigen Klimas mit matter Beleuchtung überein. Der Steinkohlenwald war zusammengesetzt vorwiegend aus niederen und baumartigen Farnen, sowie fremdartigen, unseren Lycopodien und Selaginellen am nächsten verwandten Bäumen, an deren jetzt lebenden Verwandten wir aus ihrem natürlichen Vorkommen, wie aus den Erfahrungen der Gärtner wissen, daß sie am besten im Halbschatten und in sehr feuchter Luft wachsen, das ungemilderte Sonnenlicht geradezu fliehen und darin umkommen. Der starke Feuchtigkeitsgehalt der Luft in den Steinkohlenzeiten wie in den vorausgegangenen Epochen ist vielleicht als einer der merkwürdigsten entwicklungsgeschichtlichen Momente aufzufassen. Wahrscheinlich erleichterte er nämlich dem im Wasser geborenen pflanzlichen und thierischen Leben in sehr wesentlicher Weise die Uebersiedelung auf das feste Land. Kiementhiere, die in trockener Luft alsbald sterben, konnten in der feuchtwarmen Atmosphäre lange außerhalb des Wassers leben und so allmälige Umwandlungen in Lungenthiere eingeleitet werden. So verkettet sich in der Erdgeschichte ein Zustand mit dem anderen. Amphibien, Skorpione, Spinnen und Insekten waren die ersten thierischen Ansiedler im Steinkohlenwalde. Und noch jetzt lieben die Salamander, Molche und Tritonen sowie die Urinsekten die tiefe Dämmerung, welche mit einer dunstigen Atmosphäre verbunden ist. O. Heer hat diese Schlüsse nach vielen Richtungen vertieft. Er fand in den nordischen Steinkohlenschichten

Digitized by Google

Ideale Sumpflandschaft der Steinkohlenzeit.

häufig Reste von Baumfarnen, die noch lebenden, tropischen Arten nahestehen. Er schildert das Vorwiegen Wärme und Schatten liebender tropischer Urinsekten in denselben, namentlich der Termiten und Kakerlaken. Bunte Blumen und Schmetterlinge fehlten diesem Walde, aber die ungemeine Anmuth und Zierlichkeit der Pflanzen-Formen macht den im frischesten Grün prangenden Steinkohlenwald dennoch zu einem lockenden Vorwurf für den Künstler. Auf der beifolgenden Tafel „Steinkohlenwald" sehen wir einen solchen aus Sigillarien, Lepidodendren, Farnen und anderen Pflanzen, die wir später genauer kennen lernen werden, zusammengesetztes Vegetationsbild.

Ueber diesem in allen Schattirungen von Grün und Gelb schimmernden Walde, dem selbst der Herbst keine bunteren Farben entlockt haben dürfte, schien durch dichten Nebel eine gewaltig große, aber vielleicht selbst am Mittage gluthrothe Sonne, so daß glühende Beleuchtungstinten der Landschaft darum nicht gefehlt haben werden. Als weiterer auf den gemeinsamen Polarursprung deutender Charakter kommt die auffallende Gleichförmigkeit seiner Angehörigen, eine merkwürdige Arten-Armuth in Betracht. Wenige hundert überall wiederkehrende Gestalten setzten ihn zusammen. Wenn wir uns ein ähnliches Verhältniß unter den Lebewesen der silurischen Meere durch den allseitigen Zusammenhang derselben erklären können, so scheint die Frage trotz des vorausgesetzten polaren Ausgangsherdes bei den Sumpfpflanzen der Steinkohlenwälder schwieriger. Sie scheint es aber nur und ist es nicht. Denn wenn wir an den sogenannten Bärlappsamen oder das Hexenmehl, dieses unfühlbare Sporenmehl der Lycopodiaceen, mit dem die Kinder eingestreut werden, an den nach der germanischen Sage unsichtbaren, nur den Elfen bekannten, mit Hilfe böser Geister in der Johannisnacht findbaren „Farnsamen" denken, so wissen wir, daß die Fortpflanzungszellen der meisten Gewächse des Steinkohlenwaldes von einer solchen Kleinheit und Leichtigkeit waren, daß ein tüchtiger Sturm zur rechten Zeit die halbe Erde in eine lebendige Staubwolke dieser Sporen gehüllt haben muß. Und wenn dann ein Regen fiel, so war es ein „Schwefelregen", wie wir ihn in solcher Ausdehnung nicht mehr beobachten, ein Regen, der ganze Erdtheile mit gelbem Sporenstaub bedeckte und die Oberfläche von Weltmeeren milchig machte. Wir zweifeln ja nicht daran, daß seit den Jugendjahren der Erde der Wechsel von Regen und Sonnenschein ebensowenig jemals dauernd geruht hat, wie heute. An einen durch Aeonen wirkenden, wenn auch gemilderten Sonnenschein müssen wir aber denken, wenn wir die ungeheure Mächtigkeit der Steinkohlenlager unseres Erdenschooßes überschlagen, und dann mit dem geringen Wachsthum von Torfbildungen in unserer Zeit vergleichen. Die namhaftesten Forscher nehmen heute mit guten Gründen an, daß die Steinkohlen, in denen die Sonnenwirkung vergangener Urzeiten tonnenweise begraben liegt, um von uns als Herdwärme wiedererweckt zu werden, an Ort und Stelle auf

ſumpfigem Boden erwachſen ſind, und nicht, oder doch nur in einzelnen Fällen aus in Flußſchleifen und -mündungen zuſammengeflößten Stämmen, wie man neuerdings behauptet hat. Die große Anzahl der Farnabdrücke (Fig. 69 und 70), die man in den Grenzſchichten der Steinkohlenlager gefunden, und nach denen bereits mehrere hundert Arten von Farnkräutern beſtimmt worden ſind, beweiſen das Gegentheil. Dieſe Steinkohlenmoore unterſchieden ſich von den Torfmooren hauptſächlich dadurch, daß nicht blos

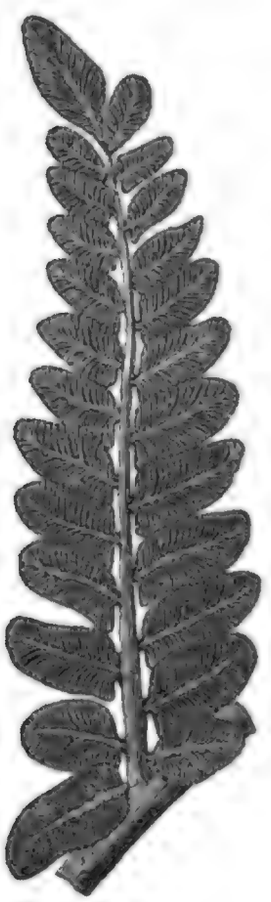


Fig. 69.
Neuropteris flexuosa.

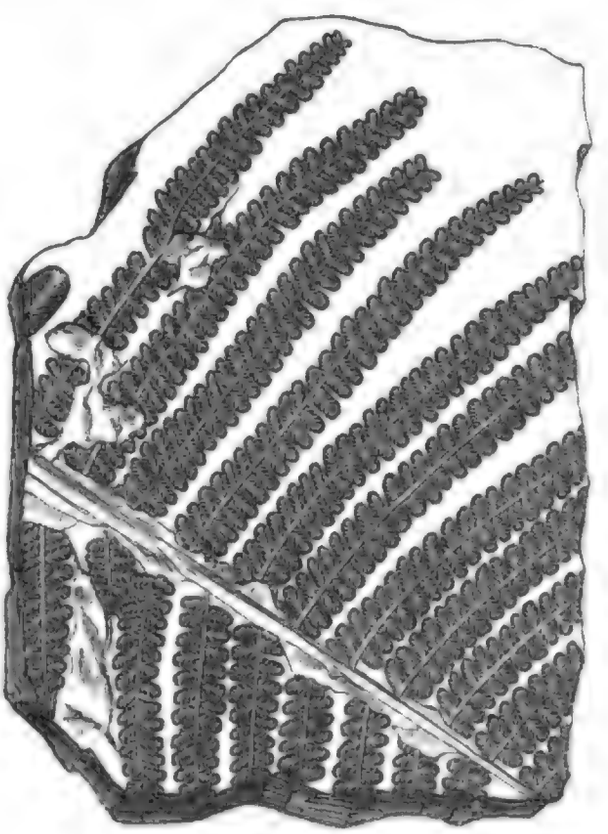


Fig. 70.
Pecopteris arborescens.

Farne der Steinkohlenzeit.

Mooſe, ſondern auch hochſtämmige und kletternde farnartige Gewächſe in ihnen emporwucherten und nicht blos weiches Zellgewebe, ſondern hartes Holz in ihren erhaltenden Schooß betteten. Aber den Proceß der Kohlenbildung werden wir uns, wie zuerſt Goeppert hervorhob, als einen der Torfbildung ähnlichen denken müſſen, als eine langſame Verwandlung der Pflanzenreſte unter Waſſer in eine gleichförmige Humus-Maſſe, in der ſich nur ſchwierig Elemente des zelligen Aufbaus der Pflanzen erkennen laſſen.

Es treten ja zweifellos auch Kohlenbildungen andern Charakters ſchon

Figure 3.3 Logging with a steam donkey engine in the Pacific Northwest, 1938. Photo by Ansel Adams, courtesy of the National Archives.

die sich oft über Räume bis zu 8 m Durchmesser erstrecken, sind nämlich rings mit blattartigen Anhängseln (appendices) besetzt, die als Schwimmblätter gedeutet wurden.

Allein genauer betrachtet sprechen diese Stigmarien, die in dem Thonuntergrund der Steinkohlenflötze wurzeln, im Gegentheile dafür, daß die Steinkohlenwaldreste, in denen sie vorkommen, an Ort und Stelle gewachsen (autochthon), nicht von ferner herbeigeschlemmt (allochthon) sind. Denn dieses wagerecht ausgebreitete Wurzelwerk ist, wie dies besonders schön Potonié gezeigt hat, ein besonderes Kennzeichen der Sumpfbäume, die nicht nöthig haben, wie etwa Wüstenpflanzen lange Pfahlwurzeln tief hinab in den Boden zu senken, um beständige Feuchtigkeit zu erreichen, wohl aber eines breiten Fußgestells bedürfen, um in dem schlammigen Grunde der Sümpfe den gehörigen Halt gegen das Umgestürztwerden sowohl wie gegen das Versinken zu finden. Aehnliche breite Fußgestelle haben die Moorkiefern, wie auch die amerikanischen Sumpfcypressen, von denen wir bald zu reden haben werden. Die flachen blattartigen Anhänge der rhizomartigen Wurzeln stehen in Spirallinien um dieselben, ähnlich wie deren Blätter an Stamm und Aesten, und sind wohl als Mittelbildungen zwischen Nebenwurzeln und Blättern aufzufassen, wie ja analoge mit Schuppen oder Blättern besetzte Rhizome bei vielen in lockerem Boden wurzelnden Gewächsen vorkommen. Gewöhnlich sind diese in der Erde wurzelnden Stigmarien schon in kurzer Strecke über dem Ursprung der Rhizome abgewittert, manchmal aber erreichen sie, wie das vorstehend abgebildete Exemplar über Mannshöhe, und zuweilen sieht man sie in die aufrecht gebliebenen Baumstämme der Steinkohlenschichten übergehen.

Eine der gewöhnlichsten Erscheinungen der Steinkohlengruben ist die Wechsellagerung der Kohle mit Thon-, Sandstein- und Kohlenschieferschichten, welche letzteren dann besonders reich an Pflanzenabdrücken zu sein pflegen. Man muß dabei offenbar häufige Schlammüberschwemmungen der Sumpfwälder annehmen, die zuweilen Meeresversteinerungen enthalten, so daß man an Ufer- und Inselwaldungen in Flußmündungen gedacht hat, die in einem langsamen Sinken begriffen waren, und sich nach jeder Ueberschwemmung immer wieder neu mit üppigem Pflanzenwuchs bekleideten. Es ist auch sehr wohl möglich, daß in einzelnen Fällen Schwemmholz an der Kohlen-Bildung betheiligt gewesen ist, wie man in der Jetztzeit häufig gewaltig ausgedehnte Treibholzbänke an den Mündungen großer Ströme und an den Ablagerungsplätzen warmer Meeresströmungen an nordischen Ufern gewahrt. Aber noch häufiger liefern die aufrecht stehenden Baumstämme (Fig. 72), die sich in die über der Kohlensohle lagernde Schlamm- oder Sandsteinschicht hinein erstrecken, den Beweis, daß dort wo sich die Flötze bildeten, ein Sumpfwald stand, der in mehreren aufeinandergefolgten Ueberschwemmungen ganz mit Schlamm und Fluthsand eingehüllt wurde. Diese Vorkommnisse sind leicht zu enträthseln.

Zuweilen sieht man sogar die oben entwipfelten und abgebrochenen Stämme mit ihren ausgebreiteten Wurzeln in einer thonig erdigen Schicht festsitzen, die offenbar während ihres Wachsthums die Bodenoberschicht darstellte. Später sind diese Stämme dann an Ort und Stelle durch Ueberschwemmungen, wie das ja heute auch vorkommt, gänzlich von Schlammablagerungen eingehüllt worden, worauf die obere Krone bald abstarb und verweste, ehe sie von neuen Schlammschichten ebenfalls vollkommen eingeschlossen wurde. Diese aufrecht stehenden fossilen Baumstämme findet man stets noch rund, während die liegenden, die man zuweilen auf Schwemmhölzer deuten kann, in der Regel platt gedrückt erscheinen. Die große Zahl mit dünnen Kohlenbänken wechselnder Gesteinsschichten, welche sich an vielen Stellen finden und die z. B. in der Nähe von Saarbrücken bei einer Ge-

Fig. 72.
Aufrecht stehende Baumstämme im Kohlensandstein von Treuil in Frankreich.
H. Sandstein. S. Kohlenlager mit Thoneisennieren. F. Kohlenschiefer mit Pflanzenabdrücken. G. Steinkohle.

sammt-Mächtigkeit von nur 338 Fuß auf 164 solcher Unterbrechungen des Pflanzenwachsthums steigen, geben eine gute Illustration zu der oben (S. 57) angedeuteten Wahrscheinlichkeit, daß die Ufer des Meeres und der Strommündungen früher viel häufiger als jetzt von Sturm- und Springfluthen heimgesucht worden sein müssen, welche große Schlammmassen über den Uferwald führten und die Stämme stehend einhüllten und tödteten. Ein besonderes Vorkommen macht diese Annahme noch wahrscheinlicher. Sowohl in Europa, als auch in Nordamerika hat man häufig Thierreste in den aufrechtstehenden hohlen Stämmen der Steinkohlenschichten gefunden, welche darthun, daß der Steinkohlenwald nicht nur von Insekten aller Art, sondern auch von zahlreichen Wirbelthieren, die zum Theil auf der Grenze zwischen Amphibien und Reptilen standen, bewohnt war. J. W. Dawson hat vor achtzehn Jahren fünfundzwanzig Stück solcher aufrechtstehenden Baum-

stämme eines Steinkohlen-Abbaues in Neuschottland untersucht und in fünfzehn derselben mehr oder weniger zahlreiche Thierreste angetroffen. In einem einzigen solchen Baume fand Dawson ein ganzes Dutzend Skelette von Mikrosaurien und Labyrinthodonten zusammengedrängt, und dazu noch manche andre Thiere des Steinkohlenwalds, wie Tausendfüßler und Landschnecken, die man bisher nur in solchen aufrechtstehenden Baumstämmen angetroffen hat. Dawson meint, man müsse sich denken, daß solche mit der Zeit ausgehöhlten Baumstümpfe wie eine Art natürlicher Fallen gewirkt haben müßten, in welche die Thiere hineinfielen und nicht wieder emporkriechen konnten. Aber man muß bedenken, daß es sich hier gerade um Thiere handelt, die meist mit Leichtigkeit an senkrechten Flächen emporklimmen, und mir erscheint es daher viel wahrscheinlicher, daß die betreffenden Thiere beim Herannahen der hohen Meerfluthen diese Baumstümpfe erklettert und in ihrem Innern Zuflucht gesucht haben, darinnen aber ertrinken oder verhungern mußten, weil die Ueberschwemmungen sich nicht immer schnell verliefen. Wenn man an die zwölf in einen einzigen hohlen Baumstumpf geflüchteten Molche und Saurier denkt, so erneuert sich vor unserm geistigen Auge ein Bild, wie es die Maler der Sintfluth häufig dargestellt haben; eine Schaar von Thieren, die bei der steigenden Fluth auf die Bäume flüchtet, wobei eines das andre drängt, bis alle Plätzchen besetzt sind, und vom Rande hohler Stümpfe viele in das Innere derselben hinabgestoßen werden. In Anlehnung an die Forderung der ehemals stärkeren Gezeiten erklären sich diese Funde, wie überhaupt die Erscheinung der aufrecht begrabenen Baumstämme ziemlich ungezwungen und man hat nicht nöthig, zu so gewagten Phantasien zu flüchten, wie z. B. die von wiesenartig auf dem Meere schwimmenden Steinkohlenwäldern, die in aufrechter Stellung versunken sein sollen.

Dagegen dürfen wir, ohne dem rückblickenden Verstande Zwang anzuthun, an ein überaus üppiges Pflanzen-Wachsthum in der feuchten Wärme jener Zeit glauben, da ja, wie eben diese Kohlenlager beweisen, Nahrungsstoff in Form von Kohlensäure der Luft in Ueberfülle beigemischt gewesen sein muß. Gerade dieses Sumpfwachsthum, welches die absterbenden Pflanzen erst verhinderte, ihren Kohlenstoffgehalt durch gänzliche Verwesung der Luft zurückzugeben, war, was der Weiterentwicklung des Lebens auf der Erde nothwendig vorausgehen mußte. Es besteht alle Wahrscheinlichkeit dafür, daß in der irdischen Atmosphäre zuerst kein oder nur wenig freier Sauerstoff, diese Lebensluft der Thiere, vorhanden war, und daß sie noch in viel stärkerem Verhältnisse als heute, aus dem indifferenten Stickstoffgase bestand, dem reichliche Kohlensäuremengen beigemengt waren. Fehlte der Sauerstoff ganz, so konnten in ihr nur anaërobische Zellen, wie sie die grünen Pflanzen zusammensetzen, entstehen und gedeihen, denn nur diese vermögen ohne freien Sauerstoff zu leben und im Lichte die Kohlensäure der Luft zu zersetzen, um ihren Körper daraus aufzubauen. Noch die Zelle

der höheren Pflanzen ist anaërobisch und Phipson hat gezeigt, daß z. B. Ackerwinde oder Pfennigkraut (Lysimachia nummularia) sehr wohl unter einer mit reinem Stickstoffgase gefüllten Glasglocke, die mit kohlensaurem Wasser abgesperrt ist, im Lichte gedeihen. Sehr bald zeigt sich dem Stickstoff der Glocke freier Sauerstoff beigemengt, der aus der von der Pflanzenzelle zersetzten Kohlensäure stammt, und nach einiger Zeit enthält die Luft unter der Glocke mehr Sauerstoff als unsre Atmosphäre. Den Zellen der niederen, im Wasser lebenden Algen ist dieses Sauerstoff bereitende Vermögen in noch stärkerem Grade eigen, als denjenigen der höheren Pflanzen, und so waren diese naturgemäß die Vorläufer der Thierwelt, der sie die ihr unentbehrliche Lebensluft lieferten. Aus der grünen anaërobischen Zelle würde dann erst später die aërobische Zelle der Pilze entstanden sein, die nicht ohne freien Luftsauerstoff zu leben und zu wachsen vermag, und ebenso verhält es sich mit der gleichfalls aërobischen thierischen Zelle, die ohne freien Sauerstoff ebenso wenig zu bestehen vermag, und also die luftverbessernde Thätigkeit der Pflanzenwelt voraussetzt, die ihr außerdem Nahrung liefert, da die Thiere nicht gleich der Pflanze im Stande sind, von unorganischen Stoffen zu leben.

Obwohl Sauerstoffbereitung und Kohlensäure-Zersetzung durch die Pflanzen ein und denselben Proceß darstellen, wird doch mit einigem Unrecht immer nur die Befreiung der Atmosphäre von ihrem dem höheren Thierleben schädlichen Uebermaß an Kohlensäure-Gehalt als das Verdienst der üppigen Urwelt-Vegetation gepriesen. Einige Forscher haben es zwar für zweifelhaft erklärt, daß die Atmosphäre jemals viel mehr Kohlensäure enthalten haben kann, als heute, da doch ein reiches Thierleben schon vorhanden war, bevor Steinkohlen- und später Braunkohlenwälder der Atmosphäre Kohlensäure entzogen, aber man muß doch wohl annehmen, daß ein großer Theil des Kohlenstoffs, der später in den Kohlenlagern begraben wurde, vorher in der Atmosphäre enthalten war. Die niedere Thierwelt, die damals lebte, war wohl nicht so empfindlich wie höhere Thiere gegen eine stärkere Beimischung von Kohlensäure, und die niederen Wasserthiere trugen selbst dazu bei, dieses Gift des höheren Thierlebens fortzuschaffen, indem sie dasselbe in ihren Gerüsten und Gehäusen an Kalk banden und damit das Material der Dolomit-, Kreide-, Jurakalk- und Marmor-Felsen schufen. Die Entwicklung des Lebens würde vielleicht ganz verschiedene Wege haben einschlagen müssen, wenn die freie Kohlensäure der Luft, die sich beständig durch die thierische und pflanzliche Athmung, durch vulkanische Ausbrüche, Ausdünstungen des Bodens und der Sauerbrunnen vermehrte, nicht so emsig durch Pflanzen und niedere Thiere bei Seite geschafft worden wäre. Wir können an diesem Beispiele recht gut das gegenseitige Bedingtsein der Entwicklungsvorgänge in der Lebewelt erkennen, und einsehen, wie jede Pflanze und jedes Thier ein Kind seiner Zeit ist, und wie der Zweckbegriff sich in die Naturwissenschaft einschleicht. Es liegt nämlich

bis zu einem gewissen Grade nahe, zu sagen, die Steinkohlenwälder hatten den Zweck, die Luft zu reinigen, damit ein höheres Leben auf der Erde erscheinen konnte, es liegt aber näher zu erwiedern, dieses höhere Leben würde nicht, oder in anderen Formen erschienen sein, wenn diese Kohlenstoffmenge in der Luft geblieben wäre. Die Beziehung ist da, sie läßt nur verschiedene Auslegungen zu und Jeder nimmt die ihm denkgerechteste. Jedenfalls waren die baumartigen Schafthalme und Lycopodien ebenso die Säuglinge einer solchen stickigen Atmosphäre, wie die höheren Thiere der späteren Zeit von ihrer Geburt her an die Athmung reinerer Lüfte gewöhnt sind.

Daß auch für die späteren Epochen die Polargebiete Ursprungsmittelpunkte der Lebensformen gewesen sein dürften, wird nach der Ansicht des Grafen Saporta durch die Thatsache unterstützt, daß alle Formationen, die auf die Steinkohlenformation folgten, namentlich Jura-, Kreide- und Tertiärbildungen reichlich in den Felsen dieser Gebiete vertreten sind, und daß ihre organischen Einschlüsse in jedem einzelnen Falle denjenigen niederer Breiten sehr ähnlich erscheinen. Der erste Wechsel, der sich in den späteren Zeiten andeutet, scheint eine etwas größere Aufhellung der dunstigen Atmosphäre gewesen zu sein, denn allmälig traten Pflanzen und Thiere auf die Weltbühne, deren heutige Verwandte den Sonnenschein mehr lieben, als diejenigen der Pflanzen und Thiere des Steinkohlenwaldes. Es erscheint nicht unbedingt nöthig, daß damit eine erhebliche Temperatursteigerung verbunden sein mußte, denn was die Wärmezufuhr erleichtert, begünstigt im selben Maße auch die Ausstrahlung, so daß die Bilance dieselbe bleiben konnte. Man hat die mittlere Lufttemperatur der Erdoberfläche zur Zeit der Steinkohlenwälder auf 25—30 C. geschätzt, und dieselbe Temperatur ist man geneigt, auch für die sogenannte Sekundärzeit aus der heutigen geographischen Verbreitung der Pflanzen- und Thierfamilien abzuleiten, die damals lebten. Aber zu jener Zeit war dieses Klima ein gleichmäßiges vom Aequator bis zu den Polen, denn von Indien bis in höhere Breiten lebten Palmenfarne und andere Pflanzen, deren Verwandte jetzt nur in Ländern der oben genannten Mitteltemperatur gedeihen. Es war die Zeit der sogenannten Ursamenpflanzen (Cycadeen und Coniferen), die aber in größerer Formenmannigfaltigkeit als heute auftraten, und neben den wie heute Nadeln tragenden Zapfenbäumen sah man ehemals zahlreiche breitblättrige Formen, namentlich aus der Verwandtschaft der Taxusbäume, die das Laubholz, welches damals noch fehlte, physiognomisch ersetzten. Und zur selben Zeit bauten in Mitteleuropa Korallen, wie sie jetzt nur noch in der Südsee leben, die mächtigen Korallenbänke auf, die wir namentlich im Jura-Gebirge antreffen, nach welchem die Zeit, von der wir sprechen, die Jurazeit genannt worden ist. Unsere „ideale Landschaft der Jurazeit" zeigt ein Küstenbild mit Korallenbänken und Atollen, Palmenfarnen (von der ausgestorbenen Gattung Pterophyllum), einem wärmeliebenden fossilen

Ideale Landschaft der Jura-Zeit.

Nadelholz (Thuites) und den schwimmenden und fliegenden Reptilien, sowie reptilschwänzigen Vögeln, die jene Zeit charakterisiren.

Die Reptilien, deren Herrschaftsperiode dieses Weltalter charakterisirt, bedürfen zu ihrem Wohlbefinden, aus Mangel an eigener lebhafter Wärme-Entwicklung ihres Blutes, und zur Ausbrütung ihrer Eier einer hohen Luftwärme, wie sie ehemals in allen Zonen vorhanden war, so daß wir ihr damaliges Gedeihen wohl begreifen und es verstehen lernen, warum in jener Periode eine ungeheure Mannigfaltigkeit von Reptilformen Erde, Luft und Wasser bevölkerte. Es gab damals Wiesen und Wälder abweidende, elephantengroße, aber doch vielleicht harmlose Reptile, Schwimm- und Wat-Reptile mit kurzen Ruder- oder langen Stelzfüßen, känguruhartig springende und fliegende, und endlich Raubreptile, welche durch ihr Gebiß Krokodile und Löwen unserer Zeit in Schatten stellen. Später werden wir ausführlicher von ihnen zu berichten haben. Noch gegen das Ende ihrer Herrschaft, zur sogenannten Kreidezeit, wuchsen am Golfe von Omenak in mehr als 70° n. Br. Cycadeen, tropische Farne (Gleicheniaceen) und tropische Nadelhölzer (Tsuga- und Araucaria-Arten) und erst damals machte sich ein in der Vegetation ausgedrückter, geringer klimatischer Unterschied zwischen höheren und niederen Breiten geltend.

Die ersten Anzeichen einer beginnenden stärkeren Abkühlung in jenen höheren Breiten werden durch die jüngeren Coniferen geliefert, welche in den dortigen unteren Kreideschichten auftreten. Ihnen folgte die erste Erscheinung von Laubbäumen mit hinfälligen Blättern, welche ihrerseits den Zeitabschnitt bezeichnen, in welchem dort das Sommer- und das Winterklima zuerst in einen merklichen Gegensatz zu treten begannen. Graf Saporta betrachtet das am Pole beginnende Auftreten der Bäume mit fallendem Laube als die größte Revolution im Pflanzenreiche, welche die Erde jemals gesehen hat, und stellte von da ab eine Zunahme derartiger Bäume bis zur Gegenwart fest. Es ist wichtig, hierbei zu bemerken, daß es genau dieselbe Epoche ist, in welcher die Thiere mit warmem Blute begonnen haben, sich zu verbreiten und zu vervielfältigen. Die niederen Wirbelthiere sind gleich den Wirbellosen sogenannte kaltblütige, richtiger ausgedrückt wechselwarme Thiere, d. h. ihre Körpertemperatur steigt und fällt mit dem Wärmegrade des umgebenden Mittels (Luft, Wasser, Erde), in welchem sie leben. Sie sind nur zu einer geringen, eigenen Wärme-Entwicklung befähigt, und bei Polypen, Medusen, Stachelhäutern, Krustern, niederen Mollusken und Cephalopoden fand Valentin meist Temperaturen, die nur um $^1/_5$ bis $^3/_5{}^0$ über die des Mittels hinausgingen. Bei den Insekten trifft man häufiger 1—2° Eigenwärme und bei starker Erregung durch Anstrengung oder anhaltenden Flug treten auch größere Wärmeüberschüsse auf, die, nebenbei gesagt, die Körper durch Verdünnung der Binnenluft in kleine Montgolfièren verwandeln und solchen Thieren (z. B. den Wanderheuschrecken) den Dauerflug erleichtern mögen, aber diese Ueber-

schüsse sind vorübergehend und erheben die Thiere nicht über den Kreis der Wechselwarmen.

Aehnlich verhält es sich mit den niederen Wirbelthieren: Fischen, Amphibien und Reptilen, die zwar zeitweise eine Verdauungs- oder Erregungswärme entwickeln, welche bei Reptilen bis zu 8° über die äußere Temperatur gehen kann, aber bei trägen Thieren und in den gewöhnlichen Zeiten wenig oder gar nicht darüber hinausgeht. Sutherland setzte eine größere australische Eidechse (Cyclodus gigas) in einen Behälter, der so hoch mit Wasser gefüllt wurde, daß nur die Schnauze emporragte, erwärmte dann das zuerst 19° warme Wasser innerhalb 8 Stunden allmälig bis auf 35° und ließ es sich ebenso langsam wieder abkühlen, wobei er häufige Messungen der Wasserwärme und der Körpertemperatur des Thieres vornahm. Das beistehende Diagramm (Fig. 73) zeigt die für die wechselwarmen Thiere typische Gleichförmigkeit des Steigens und Fallens der Körperwärme mit der äußeren. In der Luft war das Blut dieser Thiere durchschnittlich etwas kühler als die mittlere Tagestemperatur, weil es nach der Nachtkühle sich nur langsam erwärmte. Die Vorliebe vieler Wechselwarmen für Besonnung ist daher sehr begreiflich. Was geschah nun mit diesen Thieren, die keiner eignen Wärme-Entwicklung fähig sind, als die Mitteltemperatur ihrer Heimath in den höheren Breiten erheblich sank, und sich dort ein eigentlicher Winter einstellte?

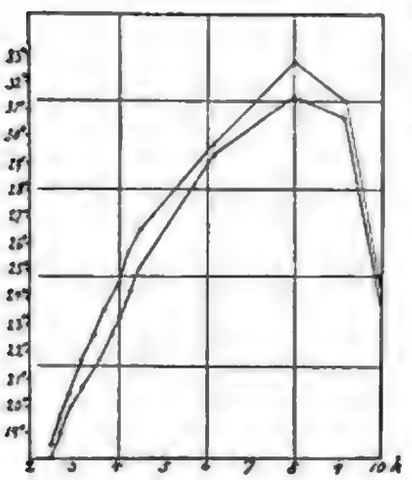


Fig. 73.
Gleichmäßiger Gang der Temperatur eines Wasserbeckens und der darin befindlichen Eidechsen. Obere Linie: Wasserwärme. Untere Linie: Eidechsenwärme. Nach Sutherland.

Die meisten jener an derartig hohe Temperaturen gewöhnten Wirbellosen und Wirbelthiere führen heute außerhalb der wärmeren Zonen, ähnlich den Bäumen mit abfallendem Laube nur ein Sommerleben; viele überleben die ersten Herbstfröste überhaupt nicht oder kapseln sich ein oder graben sich tief in die Erde. Die chemischen Erscheinungen des Lebens gehen dann vielfach im Winterschlaf auf ein Minimum zurück, das arterielle und venöse Blut der Reptilien vermischt sich alsdann. Im Mittelalter erörterte man die Frage, in welcher Jahreszeit die Welt erschaffen worden sei, und entschied sich dafür, daß dies im Frühling, der Zeit des Sprossens und Verjüngens geschehen sei, heute würden wir eher sagen dürfen: im Sommer, denn die Welt ist viel kälter seitdem geworden. Viele Pflanzen und Thiere, die ehemals in unsern und noch höhern Breiten wohnten, haben sich später für immer in die tropischen Gebiete zurückgezogen, andere haben sich der Kälteperiode durch den Winterschlaf angepaßt, wie die Insekten, Landschnecken, Amphibien und Reptile; Wasserthiere finden im Grunde der Gewässer stets

eine frostfreie Zone. In mancher Beziehung scheinen sich auch das chemische Leben und die Körperstoffe der Thiere der sinkenden Welttemperatur angepaßt zu haben. Während im Laboratorium das Pepsin des Säugethieres die Eiweißstoffe der Nahrungsmittel erst bei 38° löst, wirkt das Pepsin des Reptils schon bei wenig über Null auflösend. Hatte es diese Fähigkeit schon in der wärmeren Urwelt oder ist das ein Nothbehelf der jüngeren Zeit?

Einen andern Ausweg fand die jüngere Thierwelt durch Ansammlung eigener Wärme im Körper; es folgten mit der abnehmenden äußern Wärme an der Erdoberfläche, auf die älteren wechselwarmen Thiere oder sogenannten Kaltblüter, deren jeweilige Körperwärme sich nur unerheblich oder vorübergehend über die Außentemperatur erhebt, die jüngeren warmblütigen Thiere, die sich einer mehr und mehr von der Außenwelt unabhängigen, konstanten Eigenwärme näherten, sich in Pelz und Federn kleideten, um diese Wärme zusammenzuhalten, und daher auch Wärmeherabsetzungs-Einrichtungen erforderten, damit die Ansammlung nicht zu bedrohlichen Graden steigen könne. Natürlich konnte ein solcher Fortschritt, der es ermöglichte, auch die kälter gewordenen Gebiete zu bewohnen, ohne in Winterschlaf zu verfallen, nur allmälig erfolgen; es mußten naturgemäß den wechselwarmen Thieren zunächst Thiere mit einem mäßigen Wärme-Aufspeicherungsvermögen folgen, wie es noch heute Schnabelthiere, Zahnarme, Beutler u. A. zeigen, die von der Erreichung einer konstanten Eigenwärme noch weit entfernt sind, aber stets eine erheblich über die Außenwärme hinausgehende Eigenwärme erreichen, und ihre für ihre Entstehungszeit genügende, heute aber nur noch für wärmere Zonen ausreichende Körperwärme hat sich dann in ihren Nachkommen und den jüngern Thiergeschlechtern immer weiter bis zu einem feststehenden Betrage gesteigert. Dieser gesammte, natürlich erst durch die Entwicklungslehre zur Bedeutung gelangte Forschungszweig ist in neuerer Zeit durch die Wärmemessungen von Miklucho-Maklay, Semon, Quinton, Sutherland u. A. zu einem sehr anziehenden Ueberblick erweitert worden.

Den Anstoß gaben des erstgenannten Forschers Wärmemessungen an Schnabelthieren. Diese als sog. Kloakenthiere zur besonderen Säugerordnung erhobenen Thiere, wurden im Beginn unsers Jahrhunderts einzig ihres an Reptile erinnernden anatomischen Baues wegen zu unterst in die Stufenleiter der Säugethiere gestellt. Als Mittel dreier Messungen fand nun Mikluchо-Maklay die Temperatur des Wasserschnabelthieres zu 24,8° bei 22,2° Wasserwärme, während diejenige der höhern Säugerordnungen bei guter Gesundheit nicht unter 37° hinabgeht, und nicht über 40° steigt, im Mittel 39° beträgt. Das Wasserschnabelthier (Ornithorhynchus paradoxus) mit nur 24,8° konnte demgegenüber beinahe als Kaltblüter bezeichnet werden und bezeugte demnach auch durch seine Blutwärme, daß die Organisation und Wärmeerzeugung in ihm noch nicht weit über die des Reptils emporgestiegen ist. Die einzige außerdem noch vertretene Gattung

der Kloakenthiere, die der ebenfalls heute auf den fünften Welttheil und seine nähere Umgebung beschränkten Ameisen-Igel (Echidna) sind bereits zu höherer Wärmeerzeugung gelangt; Sutherland fand bei E. hystrix als Mittel von 27 Messungen 29,4°. Aber trotz dieser schon erheblich höheren Temperatur verrathen diese Thiere ihre Verwandtschaft mit wechselwarmen Reptilen noch durch ihre von der Lufttemperatur stark beeinflußte Eigenwärme. An einem kalten Morgen fand dieser Beobachter bei einem solchen Thier die Körperwärme auf 22° herabgegangen, bei einem in einem Sacke der Mittagssonne ausgesetzten Thiere auf 36,6° gestiegen. Die Körperwärme folgt also annähernd, wie das beistehende Diagramm (Fig. 74) zeigt, noch immer der Luftwärme, und es verräth sich hierin ein für ein Säugethier ungeheuerlicher Spielraum, der auf einen wahrhaft reptilischen Mangel an Regelungsfähigkeit für die Körpertemperatur hindeutet.

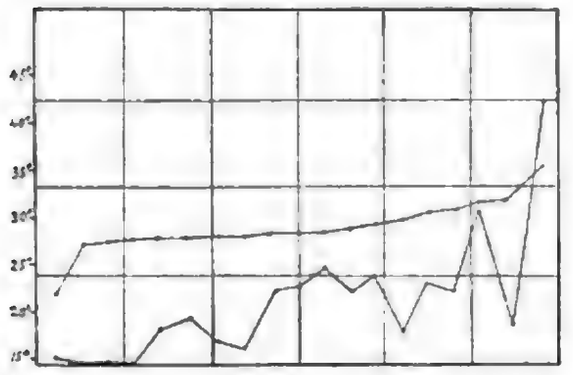


Fig. 74.
Unvollkommne Uebereinstimmung der Blutwärme mit der Luftwärme bei Echidna. Nach Sutherland. Obere Linie: Echidna-, Untere Linie: Luftwärme.

Die nächste Stufe der auf anatomische Merkmale begründeten Abtheilung der Säuger führt zu der Ordnung der Beutelthiere, deren nächste Verwandte in der Secundärzeit herrschend waren und die höchste Stufe der damals erreichten Säuger-Organisation bezeichneten. Auch bei ihnen ist die Blutwärme nicht so hoch und stetig, wie bei den seit Beginn der Tertiärzeit aufgetretenen höhern Säugern, denn das Mittel aus 126 an 16 verschiedenen Beutlerarten angestellten Beobachtungen betrug 36°, also 3° unter dem Mittel der höhern Säuger. Zu unterst unter ihnen standen die verschiedenen Wombat- (Phascolomys-) Arten mit 34 bis 34,3°, dann schienen die Flugbeutler (Petaurus) mit 35,7°, und dann der kleine Beutelbär oder Koala (Phascolarctos cinereus) mit 34,9 bis 38,4°, im Mittel 36° zu folgen, bei dem nur noch eine geringe Beeinflussung durch die äußere Wärme merklich war, wie dies Fig. 75 deutlich erkennen läßt. Beutelmarder (Dasyurus-), Kusu-(Phalangista-)Arten, Opossums (Didelphys) und Känguruhs ergaben Mittel von 36 bis 37°; sie haben demnach die Blutwärme der höhern Säuger und des Menschen (37°) nahezu oder völlig erreicht. Bei den höheren Säugethieren, deren Verwandte schon in den frühesten Perioden der Tertiärzeit aufgetreten sind, bewegen sich die Bluttemperaturen zwischen denselben Zahlen (35° bis 37°), doch sind sie bei den einzelnen Arten beständiger und nicht mehr so stark von der Luftwärme beeinflußbar wie bei den Beutlern. Bei den jüngern von ihnen steigt sie oft über die menschliche Blutwärme, so bei Ratte, Affe und Eichhörnchen auf

38,1 bis 38,9°, bei Katze und Panther auf 38,9°, bei Ziegen, Kaninchen, Schafen, Elenn, Hasen und Schweinen auf 39,3° bis 39,7°. Die höchsten Blutwärmen kommen bei den Vögeln vor, unter denen sie nur bei einigen Straußvögeln unter 40° (39,5° bei den Emus) bleiben, bei allen Flugvögeln aber über 40° steigen und bei den höhern Vögeln vielfach 42° und darüber erreichen.

Der Schluß liegt nahe, daß sich mit der höheren Blutwärme auch die Leistungsfähigkeit des Organismus z. B. in geistiger Beziehung gesteigert haben wird. Wir wissen, daß die „kaltblütigen" Thiere geistig ziemlich stumpf sind, und weder durch körperlichen Schmerz noch durch angenehme Erlebnisse lebhafter erregt werden oder doch wenigstens dies nicht äußern. „Kalt wie ein Fisch oder ein Frosch" nennen wir daher auch phlegmatische Menschen, denen alles gleichgültig ist, heißes Blut schreiben wir den Sanguinikern zu. Aus den Erfahrungen an Erfrierenden, die mitunter aus dem Todesschlafe erweckt werden, wissen wir, daß die anfänglich sehr unangenehmen Frost-Gefühle, wenn der Körper kein Mittel mehr findet, die abgehende Wärme zu ersetzen, allmälig schwinden; der Körper wird erst gefühllos und dann bewußtlos; die Erfrierenden schlummern sanft hinüber. Die Psyche vermag demnach nur bei Erhaltung einer entsprechenden Blutwärme ihre höheren Aufgaben zu erfüllen.

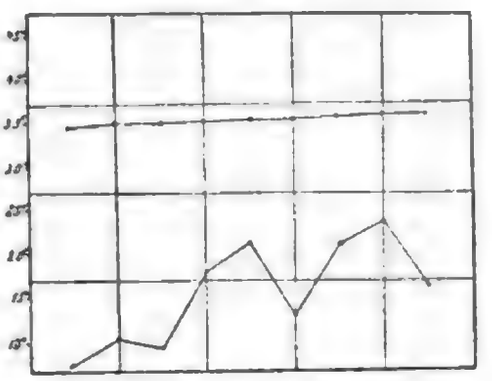


Fig. 75
Geringe Beeinflussung der Blutwärme des Koala durch die Luftwärme. Nach Sutherland. Obere Linie: Koala-, Untere Linie: Luftwärme.

Mit der in den aufeinanderfolgenden Erd-Epochen gestiegenen Blutwärme der höhern Wirbelthiere steht nun ein anderer wichtiger Fortschritt des Lebens im innigsten Zusammenhange, die Verwendung dieses Wärmeüberschusses zur Brutpflege. Die älteren Thiere waren fast ausnahmslos eierlegend, und die zu ihrer Zeit höhere Luftwärme reichte vollkommen dazu aus, diese Eier zur Reife zu bringen. Bei nichtbrütenden Thieren müssen diese Eier (z. B. bei vielen Insekten und andern niedern Thieren) den Winter überdauern, weil erst im nächsten Frühjahr oder Sommer die Luftwärme genügt, sie zur Reife zu bringen. Die Eier der Brückenechse (Hatteria) Neuseelands, eines Thieres, dessen nächste Verwandte im Beginn der Secundärzeit lebten, liegen jetzt 13 Monate, bevor sie auskommen, obwohl sie an sonnigen Plätzen in Erdgruben abgelegt und mit Moos und welkem Laube bedeckt werden. Die Eier unsrer bis nach Ostpreußen und Mecklenburg verbreiteten Teichschildkröte (Emys orbicularis) kommen nach Rollinat in Frankreich nicht vor dem 22. bis 23. Monat aus. Einige Thiere haben es gelernt, ihre Eier mittelst einer Art Brutmaschine auszubringen, so die

Alligatoren und Großfußhühner oder Wallniſter, welche ihre Eier in aus Pflanzentheilen und Schlamm geſchichteten Erdhügeln durch die Gährungswärme der organiſchen Beimiſchungen ausbringen, wie die Talegalla-Hühner Auſtraliens (Fig. 76), oder gar vulkaniſche Wärmequellen dazu ausnützen. So ſah Studer während der Gazellen-Expedition Megapodius

Fig. 76.
Brutſtätten des Talegalla-Huhnes (Talegalla Lathami). Nach einer Zeichnung Goerings für die „Gartenlaube."

Freycinetti auf Neubritannien die großen Eier in Gängen des ſchwarzen, ſich in der Sonne ſtark erwärmenden Lavaſandes zur Ausbrütung unterbringen; die Gebrüder Saraſin beobachteten vor einigen Jahren auf Celebes eine entſprechende Benutzung des warmen Sandes in der Nähe heißer Quellen und Lauterbach fand im Bismarck-Archipel (Neupommern) jüngſt ſogar Großfußhühner beſchäftigt, einen erſt 1870 entſtandenen Vulkan zur Brutmaſchine zuzurichten, indem ſie in die noch warme Lava flachere oder tiefere Löcher gruben, je nachdem ſie ſchon in geringeren oder erſt in größeren Tiefen den für die Ausbreitung ihrer Eier erforderlichen, günſtigſten Wärmegrad antrafen. Doch das ſind Nothbehelfe oder Ausflüchte bei Thieren, die den zum Brüten erforderlichen Wärmegrad wohl ſelbſt erzeugen

könnten. Als nämlich die Bluttemperatur bei den zuletzt erschienenen Wirbelthieren, den Vögeln und Säugern zum Ersatze der gesunkenen Außenwärme stark gestiegen war, und auch ihre Sprößlinge einer stärkern Wärmezufuhr bedurften, bahnten sich zwei ganz verschiedene Auswege, diesem Bedürfnisse zu genügen: die Aufnahme der jungen Keime in innere oder äußere Bruttaschen, in denen sie ausgetragen werden, bei den Säugethieren und die außerhalb des mütterlichen Körpers verlaufende Bebrütung, welche bei den Vögeln erforderlich war, um den Flug nicht durch Mitnahme der Eier allzusehr zu beschweren. Auch bei einzelnen spät erschienenen Reptilen findet Bebrütung statt. Es ist nicht allgemein bekannt, daß auch Pythonschlangen ihre Eier ausbrüten und dazu zeitweise einen Wärmeüberschuß von 11 bis 14° über die Außentemperatur erzeugen. Bei den Säugethieren erforderte der neue Weg der Jungen-Austragung eine beträchtliche Umgestaltung des Körpers, die bei den noch Eier zur Welt bringenden Schnabelthieren anhob, bei den Beutlern und ähnlichen Säugern der Secundärzeit fortschritt, aber erst im Beginn der Tertiärzeit zu solchen Stufen vorgeschritten zu sein scheint, wie wir sie heute bei ihnen finden. Mit diesen Fortschritten der Brutpflege, die wir später genauer kennen lernen werden, knüpfte sich ein engeres Band zwischen Eltern und Jungen, als es in den ältern Epochen bestanden hatte und gereichte hinfort beiden Theilen, den Jungen und den Alten zum Vortheil und Segen.

Die Reptile, welche ihren Jungen diese natürliche Wärme meist nicht bieten konnten, mußten sich in den kälter gewordenen Strichen vermindern und auf wärmere Zonen zurückziehen. Auch noch in anderer Beziehung wurde diese Theilung der Erde in Zonen verschiedener Wärme für die Thierwelt folgenreich. Es leiteten sich damit jene Thierwanderungen ein, die ein wechselndes Klima erzwingt, und die wahrscheinlich durch die Neuanpassungen an andere Lebensbedingungen sehr viel zur Vermannigfaltigung der Lebensformen beigetragen haben. Diese Wanderungen waren theils wirkliche Auswanderungen auf Nimmerwiedersehen aus unwirthlich werdenden Ländern, theils periodische Jahres-Züge mit Heimkehr in der besseren Jahreszeit und für beide haben schmale Landbrücken und Wasserstraßen eine so große Bedeutung gehabt, daß es sehr wichtig ist, die Land- und Meerengen der vorzeitlichen Epochen kennen zu lernen. Die Verbreitung der Säuger und aller solchen Thiere, die Wasserscheiden nicht übersliegen können, in den älteren Epochen der Erde, würde ganz unverständlich sein ohne Kenntniß der Landbrücken, die ehemals Nordasien mit Nordamerika, dieses mit Südamerika, Europa mit Afrika u. s. w. verbanden. Erst durch die genauere Kenntniß der Zeiten, in denen diese Brücken entstanden und verschwanden, erhält unsere Thiergeographie der Jetztwelt ihre wissenschaftliche Grundlage. Aber auch für das Verständniß der Flugstraßen der Vögel scheint dieses Vorzeitstudium nicht ohne Wichtigkeit. Forscher, die es unternommen haben, die Instincte der Thiere zu enträthseln, sind so weit

gegangen, zu vermuthen, daß den Vögeln, die über das Mittelmeer fliegen, die Kenntniß eines jenseits befindlichen wirthlichen Landes aus einer Zeit verblieben sei, wo sie dieses Land in kleineren Stationen mit Benutzung einer Landbrücke erreichen konnten. Die vornehmlichste Ursache dieser Wanderungen dürfte, alles recht erwogen, die sein, daß der Sonnenball inzwischen seinen Umfang beträchtlich vermindert hatte und den Polen zeitweise seine Strahlen für längere Perioden zu entziehen begann.

Mit dem im Vorstehenden berührten Erscheinen der höheren Säuger sind wir in die dritte große Epoche der Lebensformen, in die Tertiärzeit eingetreten und werfen zunächst einen Blick auf die Dekorationen dieses Aktes des großen Weltendramas. Das Vorherrschen der nacktsamigen Pflanzen (Gymnospermen), zu denen die Palmenfarne (Cycadeen) und Nadelhölzer des Inselmeeres der Jurazeit gehörten, hat nun sein Ende gefunden; schon in kreidezeitlichen Schichten finden wir Reste von Monokotyledonen und Dikotyledonen, den beiden Abtheilungen der jüngeren Pflanzenwelt. An die Stelle der Farntristen und Schafthalm-Wiesen sind Grasflächen getreten, Blumen haben sich unter das Gras und Laubhölzer unter das Nadelholz gemischt. Zunächst überwogen unter diesen jüngeren Pflanzen freilich solche, deren Blüthen von den Winden, die ihnen wie den Nadelhölzern und andern Pflanzen der älteren Erdepochen den Blumenstaub zutrugen, befruchtet wurden. Solche Pflanzen haben unscheinbare, grünliche oder bräunliche Rispen- und Kätzchenblüthen, aber dann erschienen Blumeninsekten, die von dem Honig und Blumenstaub der Blüthen zehrten und die Ausbildung echter Blumenpflanzen hervorriefen. Die Erhebung der Alpen, welche in dieser Epoche stattfand, gab Anlaß zur Entstehung einer Gebirgsflora, indem sich Pflanzen der Ebene dem kurzen Sommer und den schroffen Gegensätzen der Tag- und Nachttemperatur in der Nähe der Gipfel anpaßten, und einen gedrungenen Wuchs mit Wurzelblattrosetten und kurzen Blüthenstielen annahmen, an deren Spitze scheinbar vergrößerte Blumen in gesättigten Färbungen prangten. Es sind dies meist ausdauernde Pflanzen mit starken Wurzeln und Rhizomen, bei denen sich der Haupttheil der vegetativen Organe unter die schützende Erd- und Schneedecke verlegt hat, so daß nach der Schneeschmelze die von den Reservestoffen der Wurzeln genährten Blüthen alsbald hervorbrechen und in dem kurzen Sommer noch Samen reifen können.

Die Gebirgszüge begünstigten, ebenso wie die Wasserläufe des Festlandes die Abgrenzung von Pflanzenzonen und die Alpen im Besonderen schieden später immer vollkommner die Mittelmeerflora von denjenigen der nordischen Gebiete ab. Die genauere Durchforschung dieser letzteren in Europa liefert untrügliche Beweise dafür, daß damals die allmälige Abkühlung des Klimas in jenen Breiten bereits weit vorgeschritten war, und da gleichzeitig das mittlere Europa noch ein warmes Land war, beweisen sie uns, daß die Abkühlung an den Polen begonnen hatte und sprechen

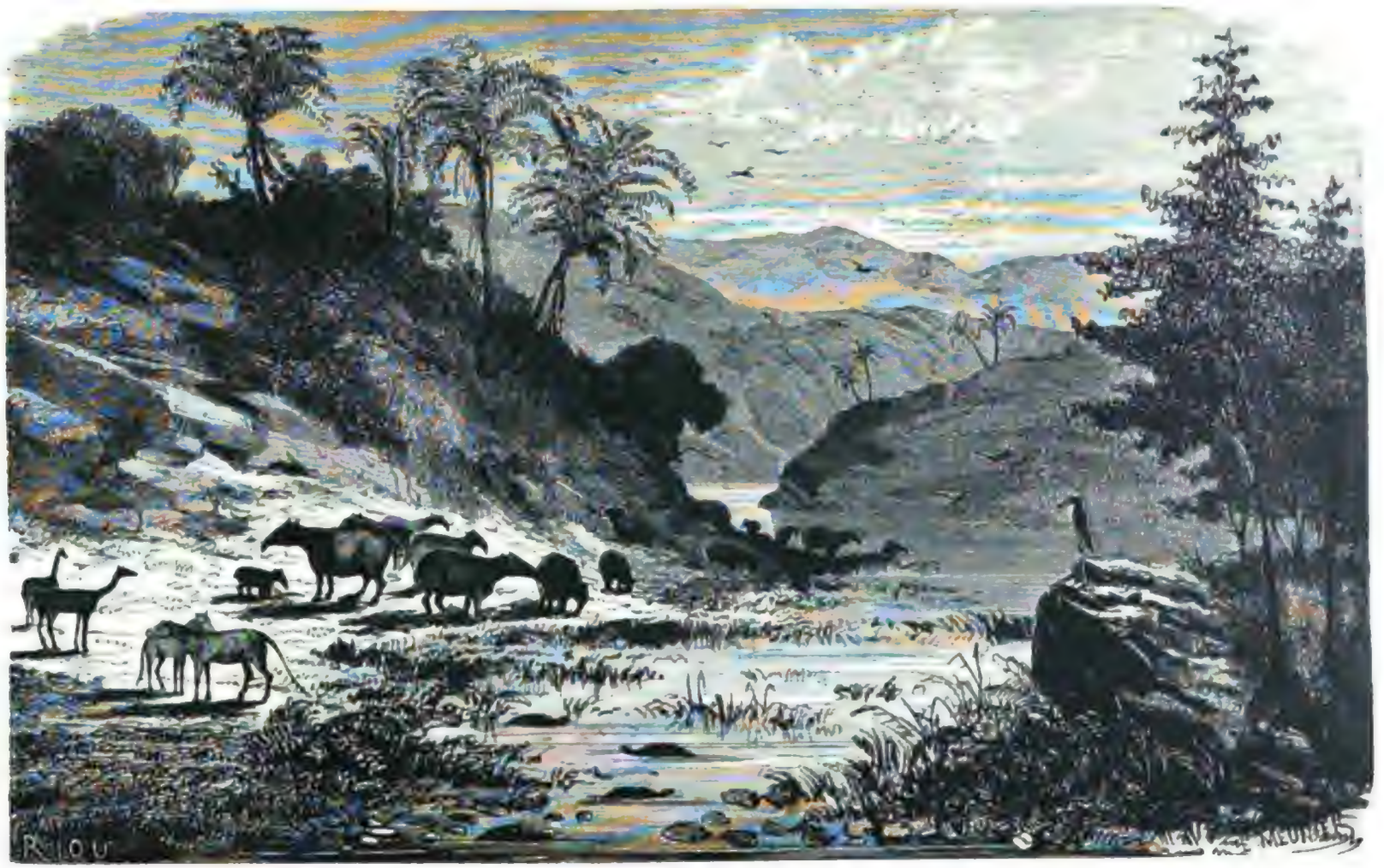
dafür, daß dieselben ihre Lage niemals verändert haben, außer möglicherweise in den schon erwähnten kleinen Kreisen. Unter den fünfundzwanzig Pflanzenarten der mittleren Tertiärzeit, die Heer aus Grinnelsland erhielt, gehören Zweifünftel den Nadelhölzern an und mehrere nähern sich jetzigen Formen, z. B. unserer Silbertanne und der virginischen Sumpfcypresse. Die Laubbäume dieser dem Nordpol benachbarten Striche trugen durchweg als Zeichen einer bereits sehr ausgesprochenen Winterjahreszeit abfallendes Laub. Es befanden sich darunter die Polarpappel, eine Haselnuß und eine Birke, die den unsrigen so ähnlich sind, daß man sie als deren Vorfahren betrachten möchte, eine Viburnum-Art, Seerosen und Schilfarten. Daneben gediehen noch manche Pflanzengeschlechter in unseren Breiten, welche die im Beginne der jetzigen Epoche eingetretene Eiszeit in Europa gänzlich vernichtet hat, die aber in Ostasien (Japan) und Nordamerika fortleben. Ueberhaupt war die europäische Flora und zum Theil auch unsere Thierwelt der nordamerikanischen Fauna und Flora zur Tertiärzeit so ähnlich, daß einige Naturforscher geglaubt haben, ein großes Festland, dem man den Namen der sagenhaften Atlantis gegeben hat, als größere Brücke für Hin- und Herwanderung von Thieren und Pflanzen im Atlantischen Ocean während dieser Epoche annehmen zu müssen. Dasselbe sei später versunken, so daß nur noch einige seiner Bergspitzen in Gestalt der kanarischen Inseln und Azoren aus dem Wasser aufragen. Andere Naturforscher halten dagegen das gemeinsame Ausstrahlungs-Gebiet der Flora im Norden zur Erklärung der Uebereinstimmungen in den tertiären Pflanzenformen der nordischen alten und neuen Welt für vollkommen ausreichend, während der Austausch der höheren Säugerformen (Pferde, Elephanten, Nashörner, Kamele, Hirsche u. s. w.) wahrscheinlich über eine damals langdauernd im Behringsmeer bestandene Brücke stattgefunden hat. Auf dort liegenden Inseln, welche Ueberreste dieser Brücke darstellen, gräbt man noch heute Mammutreste aus. Südamerika erhielt von dieser tertiären Gemeinsamkeit mit den Thieren und Pflanzen der alten Welt keinen Antheil; es war bis zur mittleren Tertiärzeit von Nord-Amerika mehr oder weniger vollkommen durch Wasser geschieden. Die Landenge von Panama erhob sich erst zur Miocän-, frühestens zur Oligocän-Zeit.

Man ersieht aus diesen Andeutungen, daß wahrscheinlich bis zur Eocänzeit in der Polarzone dieselben Bäume und Kräuter wuchsen, deren Nachkommen jetzt in das mittlere Europa, Asien und Amerika hinabgewandert sind. Von da ab finden wir aber in den höheren Breiten nicht mehr dieselben Pflanzen wie in den niederen; denn zur selben Zeit wuchsen im mittleren Europa bis jenseits des fünfzigsten Breitengrades noch Zimmtbäume und Palmen. Es herrschte damals eine Mitteltemperatur, die um etwa 9° höher gewesen sein wird, als die jetzige in Mitteleuropa, d. h. etwa 20° C. in Süddeutschland, 15—16° in Norddeutschland. Im Beginne der Tertiärzeit, der unsere Tafel „Mitteleuropäische Landschaft der Eocän-

zeit" gewidmet iſt, mag die Mitteltemperatur noch um 3—5° höher geweſen ſein. Dieſes Bild will eine Oertlichkeit der damals mit Palmen geſchmückten Umgebung von Paris aus der älteren Tertiärzeit verſinnlichen, und hat die in dem dortigen Becken gefundenen Reſte der Vorfahren unſerer Hufthiere zu neuem Leben auferweckt. Wir ſehen um das kleine mit Schildkröten beſetzte Waſſerbecken das tapirartige Paläotherium weiden, links im Vordergrunde ſteht das Xiphodon, welches man für einen Vorgänger der Hirſchfamilie anſieht, und ganz vorne das Anoplotherium, welches die Charaktere der Schweine und Wiederkäuer noch in ſeinem Bau vereinigte. Elephanten, Nashörner und in den Bäumen kletternde Affen machten in ſpäteren Perioden des Tertiär die Landſchaft Mitteleuropas noch fremdartiger und tropenähnlicher. Auch mehrere den Gibbons Aſiens verwandte menſchenähnliche Affen befanden ſich darunter.

Die Tertiärepoche iſt auch die Entſtehungszeit unſerer Braunkohlenlager und die Blüthezeit der Bernſteinwälder, deren reichliche Harzergüſſe ſo manches Inſekt und andere Kleinthier, welches ſonſt ſpurlos aus den Annalen der Vorweſenkunde verſchwunden ſein würde, mit den zarteſten Details erhalten haben. Hinſichtlich der Braunkohlenlager iſt die nämliche Meinungsverſchiedenheit aufgetaucht, die wir bereits oben bei der Beſprechung der Steinkohlenbildungen erwogen haben, ob nämlich die Braunkohlen, die bei Weitem nicht ſo ſtark in der Umwandlung ihres Gefüges und Stoffinhaltes fortgeſchritten ſind als jene und vielfach noch deutlich die holzige Structur erkennen laſſen, autochthonen Urſprungs, d. h. aus Hölzern entſtanden ſind, die an Ort und Stelle gewachſen waren, oder allochthonen Urſprungs, d. h. aus näherer oder weiterer Ferne in den Braunkohlenmulden zuſammengeſchwemmt worden ſind. Es läßt ſich nun auch hier in keiner Weiſe in Abrede ſtellen, daß ſolche Anſammlungen von Treib- oder Schwemmhölzern zu gewaltigen Bänken ebenſo wie jetzt, auch früher ſtattgefunden haben werden und zuweilen, wenn ſie lange vom Waſſer bedeckt blieben, zu Braunkohlenlagern geworden ſein müſſen. In einem Seitenarm des Miſſiſſippi, dem Atchafalaya hat man beiſpielsweiſe eine im Laufe von 38 Jahren gebildete Treibholzbank aufgefunden, die mehrere engl. Meilen lang und 8 Fuß tief war. Allein es erſcheint unſtatthaft, ſolche Vorkommniſſe zur Regel oder auch nur zur vorherrſchenden Urſache von Braunkohlenbildungen machen zu wollen, da in ſo vielen Braunkohlenlagern aufrecht ſtehende Stämme gefunden werden und die Entſtehungsweiſe aus Sumpfwäldern, die Jahrtauſende hindurch nach wiederholten Ueberſchlammungen an derſelben Stelle und übereinander wuchſen, ſo viel natürlicher und ungleich häufiger gegeben ſein mußte.

Als Lyell vor mehr als einem halben Jahrhundert Nordamerika beſuchte, glaubte er beim Betreten oder Befahren der von der Sumpfcypreſſe (Taxodium distichum) gebildeten Cypress-swamps des Miſſiſſippi die Bildung eines Braunkohlenlagers vor Augen zu ſehen. „Solche Sumpf-



Mitteleuropäische Landschaft der Eocän-Zeit.

Fig. 1. Looking northeast from the Bald Mountain Mine. Bald Mountain in the background. Photo by Author, 1965.

Fig. 2. Looking northeast from the Bald Mountain Mine. Bald Mountain in the background. Photo by Author, 1965.

den Anblick zahlreicher, aufrecht im Boden ſtehender, mächtiger Stümpfe der Sumpfcypreſſe (Taxodium) in den gegenſeitigen Abſtänden, wie dieſelben in den ungeheuer ausgedehnten amerikaniſchen Cypreſſenſümpfen wachſen. Wir geben nach einer photographiſchen Aufnahme ein Bild (Fig. 77) dieſes Vorkommens, wie es ſich dort zu wiederholten Malen gezeigt hat und allen Beſuchern den Eindruck eines begrabenen Cypreſſenſumpfes hinterließ. Laub, Holz und Rinde des Baumes konnten mit Sicherheit identificirt werden, wenn auch natürlich nicht geſagt werden kann, daß die jetzt lebende amerikaniſche Sumpfcypreſſe mit ihren knieartig aus dem Waſſer hervorſpringenden Athemwurzeln, noch ganz die nämliche wäre, welche damals dieſe Sümpfe beſchattete. Sie mag ſich in den vielen Tauſenden von Jahren, die ſeit der Bildung dieſer Braunkohlenlager verfloſſen ſind, im Habitus immerhin erheblich genug verändert haben. Jedenfalls werden auch andere Bäume, die ein ähnliches Sumpfwachsthum lieben, ſolche Braunkohlenlager erzeugt haben. Zwiſchen den aufrecht in ihrer natürlichen Stellung verbliebenen Cypreſſen-Stümpfen, die durch ihren reichlichen Harzgehalt vor weiterer Zerſtörung geſchützt wurden, liegen häufig auch, wie in jedem Urwalde geſtürzte Stämme am Boden, die in den Schlamm eingebettet und durch das Waſſer vor weiterer Zerſtörung durch Würmer und Inſektenlarven geſchützt worden ſind, während von Urwäldern, deren Stämme in der Luft verrotten, außer einer Schicht dunkler Erde, nichts auf die Nachwelt kommt.

Nach dem Schluſſe der Tertiärzeit iſt durch Urſachen, die wir nicht genau kennen und über die eine Menge oben (S. 109 bis 112) erörterter Muthmaßungen beſtehen, die Temperatur in den nordiſchen Breiten ſchnell herabgeſunken. Gletſcher, die von den ſkandinaviſchen Gebirgen kamen, haben ihren Fuß bis an die Grenzen Mitteldeutſchlands vorgeſchoben und die Waldbeſtände des nördlicheren Gebietes größtentheils vernichtet. Von der Pflanzen- und Thierwelt dieſer Zeiten war ſchon oben (S. 113 bis 114) die Rede, ſo daß wir unſern flüchtigen Ueberblick der Entwicklung des Lebens in den geologiſchen Zeiten hier ſchließen und zur Betrachtung der einzelnen Lebensformen übergehen können.

V.

Das Reich der Protiſten oder Urweſen.

Zuerſt gebar das küſtenloſe Meer
Der niedern Weſen unermeßlich Heer.
In Perlenhöhlen mikroſkopiſch klein,
Auf ſchlamm'gem Grunde regt ſich's zart und fein.
Durch Reihen von Geſchlechtern blüh'n ſie dann,
Zu neuer Kraft und Gliederpracht heran,
Und Weſen ohne Zahl davon entſpringen
Mit Blättern, Floſſen, Füßen oder Schwingen.

Erasmus Darwin, Der Tempel der Natur.

Vor der Entdeckung der mikroſkopiſchen Pflanzen- und Thierwelt war die Frage eines Anfangs der Lebewelt eine verzweifelte, denn wie ſollte man ſich vorſtellen, daß ſo kunſtvoll gebaute Weſen, wie ſich alle mit bloßem Auge erkennbare Pflanzen und Thiere darſtellen, ohne Eltern entſtanden ſein könnten? Der ehemals vorherrſchende Glaube, daß ein Eingeweidewurm, eine Muſchel, oder ein Inſekt unmittelbar durch Umwandlung organiſcher Subſtanz (Plasmogonie) oder in folgerichtiger Weiterbildung dieſes Gedankens gar aus den Urelementen durch Autogonie entſtehen könnte, war ein ſo abenteuerlicher, daß die Aufſtellung eines Schöpfungsaktes weit annehmbarer erſcheinen mußte. Seither aber hat uns das Mikroſkop eine Welt einfachſter, meiſt im Waſſer lebender Weſen entſchleiert, die uns noch einfacher gebaute, aber völlig unſichtbare Lebeweſen, die ſogen. Probien (vgl. oben S. 142) ahnen laſſen, denen gegenüber für uns die Entſcheidung der Frage, ob wir ein Wunder an den Anfang des Lebens ſetzen, oder an die Wahrſcheinlichkeit einer Selbſtentſtehung dieſer Weſen glauben ſollen, kaum mehr zweifelhaft erſcheinen kann.

Es liegt bis zu einem gewiſſen Grade nahe, zu vermuthen, daß das Licht bei dieſem Vorgange betheiligt geweſen ſein muß, denn die Logik zwingt uns anzunehmen, daß das Leben nicht mit Schmarotzer-Pflanzen, oder Fleiſchfreſſern begonnen haben kann, weil dieſe keine Nahrung gefunden hätten, ſondern mit Urpflanzen (Protophyten) von Algen-Natur, die unabhängig von jeder vorher vorhandenen organiſchen Subſtanz im Lichte ihre Nahrung aus unorganiſchen Stoffen zu bereiten im Stande waren. Wir kennen ſolche ureinfachſten, nach ihrer Lebensweiſe zu den Pflanzen gerechneten Weſen in den blaugrünen Spaltalgen (Schizophyceen),

Rome. Here, in the Forum of Augustus, is a statue of Augustus as a general, in full armour, with a cuirass of leather and metal. Augustus is standing with his right arm raised, as if addressing his troops. Cupid, riding on a dolphin, is at his feet. Cupid is the son of Venus, and Augustus claimed to be descended from Venus.

Augustus as a general

Augustus was a great builder. He said that he found Rome a city of brick and left it a city of marble. He built many temples, theatres, and public baths. He also built a new Forum, which was called the Forum of Augustus. In the centre of the Forum was a temple dedicated to Mars the Avenger. Mars was the god of war, and Augustus built the temple to thank him for helping him to win battles.

Augustus died in A.D. 14, at the age of seventy-six. He was succeeded by Tiberius, who was his stepson and also his adopted son.

welche vor vierzig Jahren die später namentlich durch Max Schultze ausgebildete Protoplasma-Theorie begründet haben: d. h. die jetzt allgemein angenommene Ansicht, daß dieser Eiweißstoff auch in den höheren Pflanzen und Thieren den eigentlichen Lebensherd darstellt, keineswegs aber die verschiedenen Gewebe, mit denen er sich umkleidet und durch deren besondere Zurichtung er später höhere Formbildungen erreicht, die aber nur leben, so lange der von ihnen eingeschlossene Bildungsstoff lebendig bleibt. Gewiß ist, daß das Protoplasma in jener ureinfachsten Form bereits dem Reize der Wärme, des Lichts und der Elektricität durch Zusammenziehung und Bewegungen antwortet. Ein kräftiger elektrischer Schlag tödtet die Masse, indem er dieselbe wie Hitze zum Gerinnen bringt, ein schwächerer Schlag bewirkt eine schleunige Zusammenziehung zu einem kuglichen Klümpchen. Aehnlich sah W. Engelmann einen Lichtstrahl wirken, wenn man denselben in einem dunklen Zimmer auf ein solches Wesen fallen ließ, welches sich unter dem Mikroskope ausgebreitet hatte. Es zog sich plötzlich, wie nach einem elektrischen Schlage zusammen, während eine langsame Erhellung des Zimmers es nicht zu berühren schien. Es verhielt sich also hier die ganze Körpermasse ähnlich wie das Auge der höchst entwickelten Thiere, welches sich bei plötzlicher Erhellung geblendet schließt, während die allmälige ihm nicht weh thut. Im Trocknen befindliche Protoplasma-Massen kann man durch Feuchtigkeit nach jeder beliebigen Richtung, auch dem Gesetz der Schwere entgegen, locken, und an einem tropfenden Streifen Fließpapier kriechen sie nach Stahl aufwärts dem Wasserstrom entgegen. Ebenso wirken chemische, von Nährstoffen ausgehende Reize, die, wenn sie in ruhiger Flüssigkeit ausströmen, Protoplasma-Wesen schon aus einiger Entfernung herbeiziehen. Auch kann man mit guten Gründen sagen, daß alle Vervollkommnung im Reiche des Lebens zuletzt immer nur das Protoplasma in seiner Leistungsfähigkeit gesteigert habe, denn in letzter Instanz ist es immer nur ein winziges Tröpfchen dieses Stoffes, welches die im Kampf um's Dasein erworbenen Vortheile bewahrt und im aus der Eizelle neu entstehenden Individuum verjüngt entfaltet. An sein Bestehen ist das Leben des Individuums, wie das des ganzen Geschlechtes geknüpft, und in ihm ruhen alle Geheimnisse der Welt des Lebens. Wenn ein Geschlecht ausstirbt, so müssen wir klagen, daß eine bestimmte Protoplasma-Sorte aufgehört habe, sich zu verjüngen.

In den Moneren hat sich das Protoplasma noch keine Organe geschaffen, es ist gleichzeitig Haut und Magen, Hand und Fuß, das Ideal des Mangels aller Arbeitstheilung. Nach allen Richtungen stößt der Schleimklumpen mehr oder weniger dicke oder haardünne Scheinfüße (Pseudopodien) hervor, um Nahrung heranzuziehen oder sich von der Stelle zu bewegen; findet sich etwas in ihrer Richtung, so umfließt die flüssige Schleimmasse den Bissen, und empfängt durch einfache Aussaugung die etwa zur Ernährung brauchbaren Theile. Es verhält sich dabei aber

ganz anders als ein beliebiges Schleimtröpfchen! Während z. B. das todte Moner mittelst Karminlösung durch die ganze Masse tief roth gefärbt wird, ist dies bei dem lebenden nicht der Fall; man sieht nur kleine rothe Körnchen des Farbstoffes in dasselbe eintreten, die wahrscheinlich auf ihren Nahrungswerth dabei geprüft werden. Die nach allen Seiten ausgebreiteten Scheinfüße fließen gelegentlich zusammen, oder ziehen sich sämmtlich in den Mutterschoß zurück, der nun wieder ein rundliches Schleimklümpchen darstellt. Allein durch die beständige Nahrungsaufnahme wächst das Individuum, wenn man hier bereits von einem solchen sprechen darf, über sein gewöhnliches Maß hinaus, und zerfällt dabei in zwei, vier oder mehr Stücke, die nun auf eigene Faust weiterleben. (Fig. 78.) Es ist dies die einfachste und ursprünglichste Vermehrungsform der Lebewesen. Bei dieser Art der Vermehrung handelt es sich zugleich um eine beständige Verjüngung der Lebewesen, und man kann bei ihnen mit Weismann in einem gewissen Sinne von einem ewigen Leben sprechen, da keine der beiden Hälften untergeht, oder als ältere bezeichnet werden kann. Doch liegt hierin insofern ein Trugschluß, als das alte Individuum in dem Augenblicke untergeht, in welchem es sich in zwei jüngere theilt. Nur bleibt bei diesem Untergang keine „Leiche" oder verbrauchte Hülle. Allerdings kann auch gewaltsam, z. B. durch Hitze getödtetes Protoplasma als Leiche erscheinen, aber was man gewöhnlich so nennt, um an ihr den erfolgten Tod nachzuweisen, ist wie das regelmäßige natürliche Sterben erst mit der Ausbildung zusammengesetzter, sich abnützender Organe das nothwendige Erbtheil der höheren Organismen geworden, und bei ihnen hat sich die Unsterblichkeit und ewige Jugend der Urwesen auf die Keimzellen zurückgezogen, die von den zu Grunde gehenden Körpern erzeugt werden und das Leben erhalten.

Mehrere ganz ähnlich beschaffene Urwesen, die sich aber durch eine etwas verschiedene Fortpflanzungsform unterscheiden, wurden bald nach jenem ersten Moner von Cienkowski entdeckt und unter dem Namen Protomonas (Urmonade) beschrieben. Dieselben ziehen nämlich, wenn sie sich zur Fortpflanzung anschicken, ihre Füße ein und gehen in einen Ruhezustand über, in welchem die kleine Protoplasmasse eine Hülle ausscheidet und sich einkapselt. Innerhalb dieser zarten Hülle zerfallen sie in vier oder mehr Teile, die sich nach der Sprengung der Hülle durch einfaches Wachsthum zu der reifen Form entwickeln. Ein schön orangeroth gefärbtes Moner dieser Abtheilung, welches so groß ist, daß es schon unter der Lupe als zierlicher kleiner Stern erscheint, entdeckte Häckel auf Weichthiergehäusen, die an die Küste der kanarischen Insel Lanzarote geworfen waren. Wir sehen dasselbe, die Hauptmasse, mit Nahrungsresten erfüllt und die Strahlen in mehrfacher Verästelung eine zierliche Sonne bildend, in der nachfolgenden Fig. 79. Die Zahl der bekannten Moneren hat sich inzwischen durch weitere Entdeckungen bereits auf mehr als ein Dutzend verschiedener Arten

vermehrt, die ſich durch Form und Fortpflanzungsart unterſcheiden, ſo daß wir ſelbſt an den unterſten Grenzen des Lebens bereits das Abänderungsvermögen bethätigt ſehen. Mit derſelben Ehrfurcht, wie ſie uns beim Erblicken eines Nebelflecks ergreift, mögen wir durch das Mikroſkop die Regungen eines dieſer kleinen Schleimklümpchen oder Cytoden betrachten, denn ihnen müſſen die erſten Urweſen geglichen haben, in denen ein Strahl des Lebens zuckte; eine noch größere Einfachheit können ſie nicht dargeboten

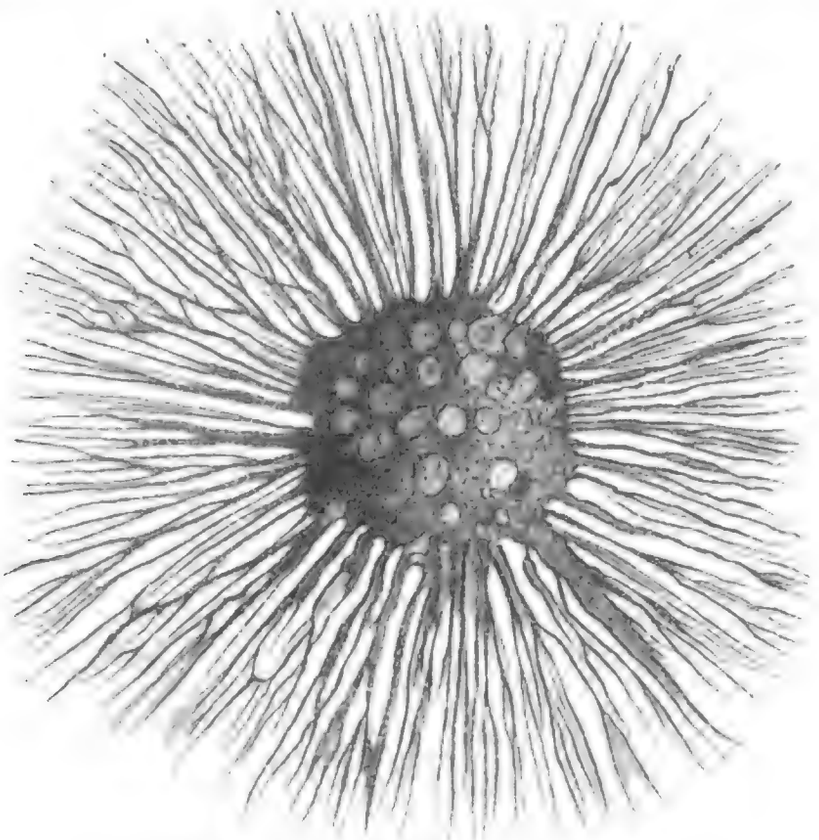


Fig. 79.
Orangerothes Urſchleimweſen. (Protomyxa aurantiaca.)
140 mal vergrößert.

haben, denn ſelbſt unſere Phantaſie iſt nicht im Stande, noch einfachere und niedriger ſtehende Lebeweſen auszudenken.

Das angeblich koloſſalſte dieſer „Organismen ohne Organe“ wollte Capitain Dayman, Commandant des engliſchen Kriegsſchiffes Cyclop, bei der Unterſuchung des ſogenannten Telegraphen-Plateaus, einer durchſchnittlich 12 000 Fuß unter dem Meeresſpiegel zwiſchen Irland und Nordamerika ſich hinſtreckenden Tiefebene, entdeckt haben. Der Meeresboden zeigte ſich nämlich faſt durchweg mit einem Schlamme von mehliger und zugleich klebriger Beſchaffenheit bedeckt, von dem ſtets Proben am Tau und Loth des Senkapparates hängen blieben, ohne ſelbſt von dem Waſſer,

Fig. 6. Ancient Egyptian ship, with rudder, mast, and sail. Note the steering oar, the mast with its forestay and backstay, the yard, and the sail with its reef-points. From a tomb at Thebes.

Fig. 7. Ancient Egyptian ship, with rudder, mast, and sail. Note the steering oar, the mast with its forestay and backstay, the yard, and the sail with its reef-points. From a tomb at Thebes.

Dieser Urschleim ist im Meere im Verfolge der Planetenentwicklung aus anorganischer Materie entstanden." Spätere Untersuchungen zeigten, daß sich die Entdecker getäuscht und Huxley irregeführt hatten, indessen ist der von den Gegnern der Entwicklungslehre angeschlagene Jubel über die angeblich damit herbeigeführte „Niederlage der Naturphilosophie" völlig gegenstandslos und recht eigentlich kurzsichtig, denn die von Niemandem angezweifelten Moneren des süßen und salzigen Wassers sind für die Entwicklungstheorie genau ebenso lehrreich und merkwürdig, wie der angebliche Tiefseeschleim.

Eine der wichtigsten Monerengruppen ist diejenige der fälschlich sogenannten Spaltpilze (Schizomyceten), Stabthierchen (Bakterien) oder Zitterlinge (Vibrionen), die sich sowohl durch außerordentliche Kleinheit, wie durch fest umschriebene Form von den bisher erwähnten Urwesen unterscheiden. Sie wimmeln in ungeheuren Schaaren in jeder organischen Flüssigkeit auf, die in Berührung mit der Luft in eine Gährung, Fäulniß oder sonstige Zersetzung übergeht, und man hat in vielen von ihnen, die durch sog. Reinzüchtung isolirt werden konnten, die eigentlichen Erreger vieler Zersetzungsvorgänge und ansteckender innerer Krankheiten, sowie bösartiger Wundverschlimmerungen erkannt. Behandlungsweisen, die auf ihre schnelle Vernichtung ausgehen (Desinfection, antiseptische Verbände u. s. w.), ergaben daher die größten Erfolge. Nach ihrer Form unterscheidet man verschiedene Arten, einfache Körnchen (Micrococcus), die sich durch Halbirung oder kreuzweise Theilung vermehren, stäbchen- und korkzieherförmige Formen, die zum Theil mit Wimpern versehen sind, u. A. (Siehe Fig. 81.)

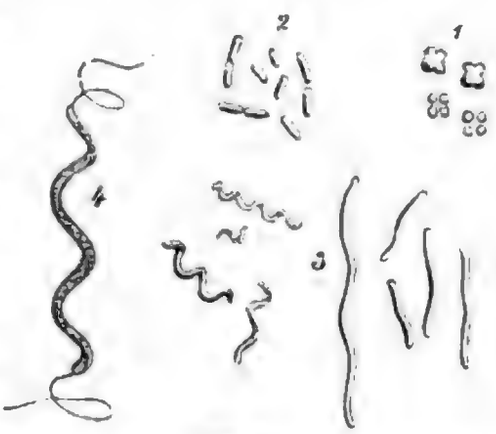


Fig. 81.
Bakterien. Sehr stark vergrößert. 1 Sarcine. 2 Bacillus. 3 Vibrio. 4 Spirillum.

Man hat früher angenommen, daß den verschiedenen Arten der Zersetzung, z. B. der geistigen, sauern und fauligen Gährungen, ebenso viele verschiedene Hefepilze und Bakterien-Arten entsprächen. Diese Meinung wird unterstützt durch die Beobachtung, daß z. B. bestimmte kugelförmige Bakterien durch ihren Lebensproceß stets dieselben intensiven Farbstoffe und Gerüche bilden, wie z. B. der Kettenbacillus (Streptothrix odorifera), der den bekannten und schon im Alterthum gerühmten Wohlgeruch der Ackererde nach dem Regen erzeugt, die Wundermonade (Monas prodigiosa), welche scheinbare Blutflecken auf stickstoffhaltigen Nahrungsmitteln hervorbringt und vielem Aberglauben Vorschub geleistet hat, oder eine ähnliche Art, die auf der Milch indigoblaue Flecken zurückläßt. Allein ein sehr genauer

Beobachter dieser niedern Urwesen, Nägeli, glaubte sich durch seine Jahrzehnte langen Studien über dieselben berechtigt, anzunehmen, daß die meisten ihrer Formen in einander übergehen, daß sie eine große Biegsamkeit haben, sich verschiedenartigen Lebensverhältnissen anzupassen, und je nach den Umständen, z. B. in ungekochter Milch eine sauere, in gekochter eine bittere Gährung einzuleiten u. s. w. Allerdings mögen sie dabei die Neigung erwerben, in der Folge, wenn thunlich, in der begonnenen Weise fortzuleben, so daß z. B. die als Ursachen der Blattern und des Milzbrandes sicher erkannten Bakterien immer von Neuem diese Krankheiten erzeugen, bis sie eine Zeit hindurch des entsprechenden Bodens beraubt, sich einer andern Lebensweise angepaßt haben. Pasteur, Wernich und andere Naturforscher haben in dieser Richtung interessante Züchtungsversuche angestellt, bei denen durch fortgesetzte Züchtung in verschiedenen Flüssigkeiten, oder auf lebenden Thieren milder und stärker wirkende Abarten erzogen werden konnten, deren Studium die wichtigsten praktischen Folgen für die Behandlung und Vorbeugung der betreffenden Krankheiten verspricht. Die Entdeckung des Milzbrand-, Tuberkulose- und Cholera-Bacillus durch Koch, des Hundswuth-Bacillus durch Pasteur haben in dieser Beziehung das allgemeinste Aufsehen erregt.

Diese vielfach nach dem Eintrocknen, wahrscheinlich in Folge einer Einkapselung (Sporenbildung), äußerst widerstandsfähigen Wesen sind durch ihre Anpassungs-Fähigkeit trotz ihrer verschwindenden Kleinheit zu einer gewaltigen Großmacht im Naturleben geworden, und nur diejenigen Pflanzen und Thiere können in dem beständigen Kampfe für das Leben ausdauern, die ihnen allezeit kräftigen Widerstand zu leisten vermögen, sei es, indem sie sich ihren Angriffen körperlich anpassen, wie die Leute, welche in Fiebergegenden gesund bleiben, oder indem sie sie zu bekämpfen wissen, wie die moderne Medicin. Offenbar besitzt bis zu einem gewissen Grade jeder vollkräftige Organismus die Fähigkeit, ihre Angriffe zu verwinden, indem z. B. die zahlreichen Bakterien, die beständig in Mund, Magen und Lunge gelangen, dort verdaut und aufgesogen werden, und diese Fähigkeit steigert sich sogar durch wiederholte Angriffe, wie z. B. bei der Impfung, Acclimatisation, zur höhern Widerstandsfähigkeit, weshalb Ansteckungskrankheiten, die man einmal überstanden hat, nicht so leicht wiederkehren. Es bilden sich im Blute der angesteckten Körper direkte Gegengifte für die Giftstoffe, welche die Bakterien erzeugen, die man züchten, gewinnen und als Heilmittel verwenden kann, in der sogenannten Serumtherapie, die namentlich bei Diphtherie und auch bei Lungentuberkulose nicht unbeträchtliche Heilerfolge zu verzeichnen hatte. Immerhin hat dieses Ueberwindungsvermögen seine Grenzen, und wenn durch irgend eine andere Ursache der Lebensproceß Störungen erleidet, so gewinnen die unsichtbaren Schaaren des Zerstörers sehr bald das Uebergewicht; nicht nur den todten Körper überwältigen und zersetzen sie, sondern auch den langsam hinsterbenden,

Fig. 1. Photograph of the Lick Observatory Crossley reflector, taken by Edward S. Holden, 1895. Courtesy of the Lick Observatory Archives.

This content downloaded from 128.59.222.107 on Thu, 16 Jan 2014 19:37:31 PM
All use subject to JSTOR Terms and Conditions

Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7. Fig. 8. Fig. 9. Fig. 10. Fig. 11. Fig. 12. Fig. 13. Fig. 14. Fig. 15. Fig. 16. Fig. 17. Fig. 18. Fig. 19. Fig. 20. Fig.

und während es uns schwer wird, bei den kernlosen Schleimklümpchen (Cytoden) der Moneren von einem Individuum zu sprechen, bietet sich diese Bezeichnungsweise bei der nächst höheren Form der Urwesen, bei den Amöben oder Wechselthierchen von selber. Es sind Schleimklümpchen, die ihre Scheinfüße nach allen Richtungen ausstrecken, wie die Moneren, aber in ihrer Mitte schwimmt ein kleines Körperchen, der Zellkern (Cytoblast oder Nucleus), der nochmals ein dichteres Theilchen (den Nucleolus) einschließt (Fig. 83). Diese Sonderung in einen dichteren Kern und umfließende Protoplasma-Masse ist der wichtigste Fortschritt, den wir im Reiche der Urwesen beobachten, ein Gewinn für alle Zukunft des lebendigen Reiches, denn mit ihm ist das Elementar-Organ, aus welchem alle höheren Organismen bestehen, die Zelle entstanden. Es ist durchaus nicht von so großer Bedeutung, ob sich das Protoplasma mit seinem Kern noch außerdem mit einer äußeren Hülle versieht, oder nackt bleibt, denn dieser Umstand hat mehr auf die Lebensweise, als auf den Werth der Zelle Einfluß. Auf den Kern hingegen beziehen sich hinfort wie auf das Haupt dieses Elementarorganismus alle Bewegungen der Schleimströme, der Kern wird vom Protoplasma ernährt und wenn eine Theilung vor sich gehen soll, so bildet das Zerfallen des Kernes in zwei Hälften den Beginn und Hauptakt derselben.

Derartige nackte oder von einer Membran umhüllte freie Zellen leben in großer Zahl als Personen verschiedenster Bildung im Wasser und auch im Halbtrockenen. Die einen können mit Hilfe ihrer Scheinfüße umher kriechen und feste Nahrung durch Verschmelzung derselben zum Aufsaugen in die Protoplasma-Masse ziehen; die mit einer Membrane versehenen Zellen dagegen können nur schwimmen und durch die feinen Poren ihrer Haut flüssige Nahrung mittelst der Durchsaugung aufnehmen. Hier kündet sich nun der früheste Unterschied zwischen Thier- und Pflanzenreich an, der, wenn auch nicht als starres, ausnahmsloses Gesetz, doch im Allgemeinen die Charakterverschiedenheit beider Reiche am besten bezeichnet. Die nackte amöbenartige Zelle entspricht mehr dem Thierreiche, bei welchem, wenn diese Zellen nach der Theilung sich zum Zusammenleben und Körperbilden bestimmen, ein weiteres Aufgeben der Individualität und vollkommeneres Hingeben an den Gesammtorganismus stattfindet, als bei den Pflanzen wo sich die Zellen durch dicke Wände von einander absondern und bis zu einem gewissen Grade wirklich für sich leben.

Die Entdeckung, daß der Leib der höheren Pflanzen und Thiere durchweg aus solchen Kernzellen aufgebaut ist, wurde in den Jahren 1838—39 von Schleiden und Schwann gemacht, nachdem allerdings Oken, der Prophet des Urschleims, bereits 1809 verkündet hatte, daß der durch Urzeugung entstandene Schleim zuerst die Form kleiner Bläschen, die er Mile nannte, angenommen habe, und daß die ganze organische Welt aus einer Unendlichkeit solcher Bläschen zusammengesetzt sei. Daß diese Anschauung nicht nur vernunftgemäß, sondern auch wahrheitsgetreu

ist, können wir daran sehen, daß jedes höhere Naturwesen beider Reiche, als einfache nackte Zelle sein Dasein beginnen muß. Nun zeigen allerdings die Zellen des Thier- und Pflanzenreichs so durchgreifende Unterschiede, daß man geneigt sein kann, sie von verschiedenen Urwesen abzuleiten; die ersteren erzeugen vorzugsweise ein stickstoffreiches dünnhäutiges Gewebe, die letzteren mehr stickstofffreie Baustoffe (Cellulose). Indessen finden mannigfache Uebergänge statt. Bei den niedersten Wesen ist der Unterschied nicht klar ausgeprägt; auch haben wir es hier zum Theil wahrscheinlich mit noch anderen Lebensanfängen zu thun, als denjenigen des Thier- und Pflanzenreiches, welche allein eine große Entwicklung gehabt haben. Um die einzelligen freilebigen Wesen, von denen wir sogleich sprechen werden, hat ein ewiger Streit unter den Zoologen und Botanikern wegen ihrer Zugehörigkeit zu dem einen oder andern Reiche getobt. Es ist deshalb jedenfalls besser, sie mit Häckel in ein neutrales Urreich zu bringen, was schon früher von mehreren Systematikern, wie Nitgen, Horaninow, Siebold und Andern vorgeschlagen worden war.

Den nackten Wechselthierchen oder Amöben, die ein freies Leben führen, gleichen noch auf höherer Stufe manche freien Zellen des Thierleibes, z. B. die umherschwimmenden Eizellen niederer Thiere und die Blutkörperchen. Letztere entstehen wie jene durch Theilung des schleimumhüllten Zellkernes, strecken wie sie zuweilen kurze Scheinfüße aus und ändern damit ihre Gestalt, ernähren sich auf ähnliche Weise und kapseln sich schließlich in eine dünne Haut. Die Zartheit der Zellhaut erlaubt ihnen, bei ihrer gegenseitigen Vereinigung so einheitliche Gewebe zu bilden, wie z. B. in der Mark- und Nervensubstanz, während sie Ausschwitzstoffe, wie den Kalk der Knochen, als Zwischen-Zell-Masse ablagern. Hier und da trifft man auch in den Zellgeweben höherer Thiere freie Zellen an, die vollständig den Charakter von Amöben bewahrt haben. A. Wiedersheim hat die interessante Entdeckung gemacht, daß die innere Darmauskleidung bei Fischen, Amphibien und Säugethieren keineswegs mit einer starren Begrenzungsmembran versehen ist, sondern daß die palisadenartigen Zellen der Schicht an ihrem freien Rande gewissermaßen nackt dastehen, und derselben amöboidenartigen Bewegungen fähig sind, welche fressende Amöben selbst zeigen. Während ein großer Theil des Verdauungsvorgangs bei höheren Thieren durch die chemische Einwirkung von besonderen Säften besorgt wird, die durch die Zellwände ungehindert hindurchtreten können, hat sich in ihnen gleichsam eine Colonie Amöben (Freßzellen oder Phagocyten) erhalten, die sich mit ihren Scheinfüßen direkt schädlicher Eindringlinge (Bakterien) im Blut, oder im Magen der Fettkörperchen bemächtigen, welche ohne weitere Umwandlung in den Lymph- und Blutbahnen weiter befördert werden können.

In den freilebenden Urwesen mit beständiger Zellhaut bildet sich das Innenleben der Zelle bereits in ähnlicher Weise aus, wie bei den höheren Lebewesen. Zugleich tritt eine sehr vortheilhafte erste, wenn auch noch sehr

einfache Organenbildung ein, die Fortbildung der Oberhaut in eine oder mehrere Wimperfortsätze, welche zum Ersatz der in dem Sack zurückgehaltenen Scheinfüße, die Schwimmbewegung vermitteln. Hierher gehören die Geißelschwärmer (Fig. 84), deren Form später von vielen Fortpflanzungszellen bei Pflanzen und Thieren beibehalten wurde, und die eigentlichen Infusorien. Unter den ersteren finden wir mancherlei Arten, die Scheinfüße hervorstrecken, wie die Amöben, so daß sie nach Bergh vielleicht eine Art Grundstock darstellen, von dem man einerseits Rhizopoden, andererseits die höheren Infusorien ableiten könnte. Andererseits vereinigen sie so vielerlei pflanzliche und thierische Charaktere miteinander, daß sie besonders deutlich die Unmöglichkeit darthun, in diesen Regionen einen Unterschied zwischen Pflanze und Thier zu machen. Ferner gehören hierher die durch Blattgrünkörnchen gefärbten Euglenen, welche bei massenhaftem Auftreten im Frühjahr das Wasser unserer Pfützen grün färben und die Noktiluken, welche die Hauptursache des Meerleuchtens bilden. Jene kleinen langgeschwänzten Zellen, die fast den Umriß einer mikroskopisch kleinen Kaulquappe zeigen, haben aber nicht nur zuweilen selbstleuchtenden Inhalt, sie sind auch für den Lichtreiz sehr empfindlich. Und zwar die selbständigen Wesen dieser Art ganz ebenso wie die gleichgestalteten und gleichwerthigen Fortpflanzungszellen höherer Lebewesen. Sie wenden das gewimperte Ende der Lichtquelle zu und drehen sich bei der Hin- und Herbewegung um die Achse des Lichtstrahls. Diese von dem Reize des Lichtes auf die empfindliche Protoplasma-Masse, die auch die Thätigkeit von Sinnesorganen vertritt, herrührende Wirkung äußert sich in Bewegungen. Ueberhaupt ist diese für vielerlei Reize empfindliche Lebensflüssigkeit auch innerhalb der Zelle in beinahe beständiger Bewegung. Für das ihr durch die dichte Wandung ihrer Wohnung, namentlich bei pflanzlichen Organismen, versagte Hervorstrecken von Scheinfüßen, entschädigt sie sich durch ein lebhaftes Zimmerturnen und unterhält in einem größten Kreise der Zelle einen Dauerlauf, wobei sie sich in mehrere freie Ströme theilt, die durch ovale Hohlräume (Vacuolen) getrennt, Zellkern und Innenwand der Zelle beständig umspülen (Fig. 85). Der Zellkern hängt an

Fig. 84.
Phacus longicauda, ein Geißelschwärmer mit rothem „Augenfleck".

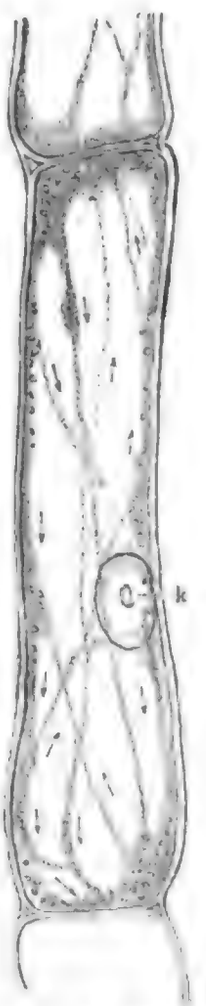


Fig. 85.
Protoplasmaströme in einer Pflanzenzelle k Der Zellkern.

diesem Bänder- und Stromsystem inmitten der Zelle wie eine Spinne in ihrem Netze und bewegt sich durch abwechselnde Verkürzung und Verlängerung der Bänder gleichsam wie zur Oberaufsicht und scheinbar freiwillig in seinem Käfig umher, mitunter anscheinend der Strömung entgegen. Obwohl sich hierbei in den Bewegungen Beziehungen mit dem Wand an Wand lebenden Protoplasma-Nachbar nicht verkennen lassen und neuere Untersuchungen von Tangl, Gardiner u. A. sogar gezeigt haben, daß durch feine Oeffnungen der Zellwände auch bei den Pflanzen ein gewisser Zusammenhang, eine Continuität des Protoplasmas der einzelnen Zellen durch den gesammten Organismus gegeben ist, so kann man nicht umhin, der Ansicht von Hanstein zuzuneigen, daß der Kern mitsammt dem Wand-Protoplasma jeder einzelnen Zelle, mit dem er durch speichenartige oder netzförmig verzweigte Ströme verbunden bleibt, als ein amöbenartiges Einzelwesen betrachtet werden muß, das sich als bis zu gewissem Grade selbständiger Theil dem Gesammt-Wesen, wenn dasselbe ein zusammengesetztes ist, unterordnet. Schon früher war man auf zergliederndem Wege zu demselben Schlusse gelangt. Denn, als man sich die Frage vorlegte, was im Pflanzenreiche als Person zu betrachten sei, erkannte man zuerst die Unhaltbarkeit der alten Ansicht, alles durch ungeschlechtliche Fortpflanzung aus einem Lebewesen Hervorgesproßte gehöre zu einer einzigen, getheilten Person, denn darnach würden z. B. alle Trauerweiden Europas zu demselben Individuum zu rechnen sein. Aber auch die Meinung De la Hire's, welcher Linné, Jussieu, Decandolle u. A. beistimmten, daß jeder letzte Sproß einer Pflanze für eine Person zu halten sei, wonach sich die Pflanze einer Polypen-Colonie am Korallenstock vergleichen würde, ist wissenschaftlich unhaltbar, und die zuerst von Turpin und Schleiden ausgesprochene Ansicht, daß die Zelle das eigentliche Individuum vertrete, unbestreitbar. Die Ausbildung von Einzelzellen aber mußte derjenigen aus ihnen aufgebauter und zusammengesetzter Organismen, die in gewissem Sinne Personenstaaten sind, nothwendig voraufgehen.

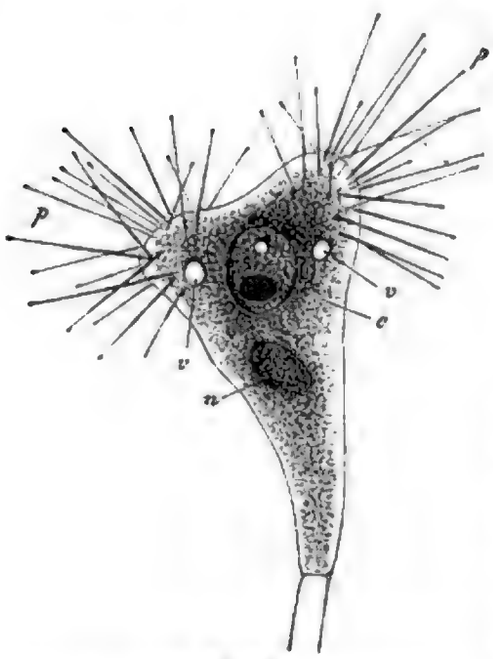


Fig. 88.
Auf kurzem Stiele festgewachsene Actinete. p Saugröhren, v zusammenziehbare Luft-Blasen (Vacuolen) im Protoplasma, n Zellkern, c ein junges Infusor (Tochterzelle).

Die Einzelzelle erfährt nun aber die wunderbarste Ausgestaltung in der sehr formenreichen Abtheilung der sogenannten Aufgußthierchen oder Infusorien im engern Sinne, wie man sie nach Ausschluß mancher früher

Fig. 38. Querschnitt durch die Blüte von Ranunculus acris. Die Kelchblätter sind abgeschnitten, die Blumenblätter, Staubblätter und Fruchtblätter sind getroffen. Vergr. 5.

Fig. 39. Querschnitt durch die Blüte von Ranunculus acris. Die Kelchblätter sind abgeschnitten, die Blumenblätter, Staubblätter und Fruchtblätter sind getroffen. Vergr. 5.

gleichwerthig bleiben, und eine den höhern Rang zusammengesetzter Organismen bedingende Arbeitstheilung unter den einzelnen Zellen nicht stattfindet. Sie bilden vielmehr blos schwimmende, zu einer Gallertkugel vereinigte Gemeinden (Cönobien), wie wir sie oben (S. 196) schon aus kernlosen Cytoden gebildet sahen, und aus echten kernhaltigen Zellen zusammengesetzt bei der abgebildeten Flimmerkugel finden, die Häckel an der norwegischen Küste entdeckte (Fig. 87, 88).

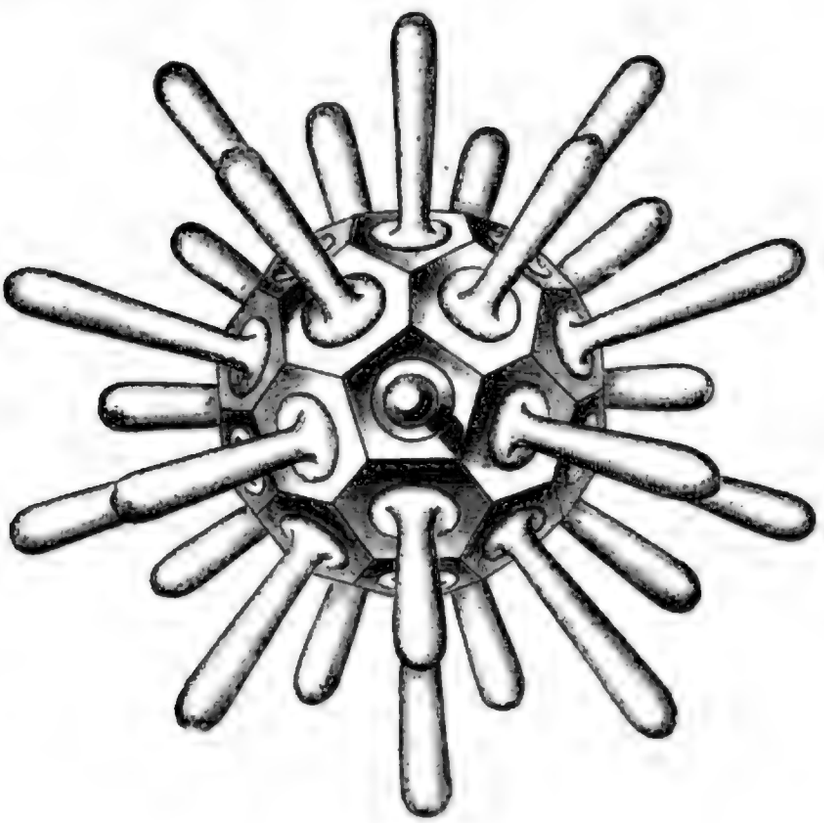


Fig. 89.
Rhabdosphära.

Diese Gesellschaften lösen sich gelegentlich auf und die einzelnen Zellen schwimmen darauf eine Zeit lang selbständig umher und gleichen dann Wimper-Infusorien (Ciliaten). Später sinken sie auf den Meeresgrund nieder und verwandeln sich in nackte, amöbenartig umherkriechende, fressende Zellen (wie Fig. 83), die nach einem hinreichenden Wachsthum sich einkapseln und durch wiederholte Theilung in 2, 4, 8, 16, 32 u. s. w. Zellen zerfallen, die ein neues Kugelwesen darstellen. Damit ist der überaus einfache Kreislauf ihres Lebens geschlossen. Wahrscheinlich gehören hierher auch die äußerst zierlichen Rhabdosphären, die man auch wohl zu den Kalkalgen rechnet, von denen wir eine der durch ihre regelmäßige polygone Form ausgezeichnete Art, die bei der Challenger-Expedition gefunden wurde, an dieser Stelle abbilden (Fig. 89).

Die oben erwähnten Flimmerkugeln bilden ein Uebergangsglied von den eigentlichen Infusorien zu einer Klasse von Urwesen, die man als zusammengesetzte Amöben (Synamöben) bezeichnen möchte, obwohl bei ihnen eine völlige Verschmelzung stattfindet, wobei zeitweise sogar die einzelnen Kerne der Amöben sich wieder auflösen, so daß ein gleichmäßiger Brei entsteht. Auf den Massen ausgenützter Eichenlohe, welche die Gerber auf-

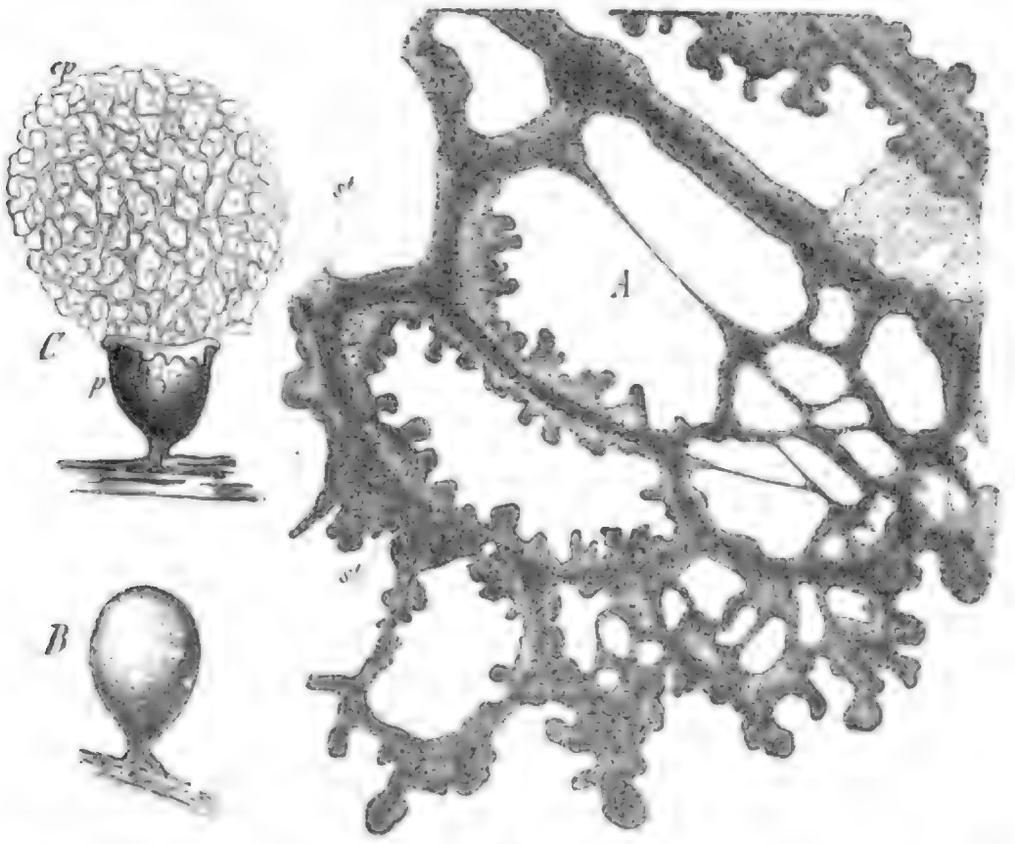


Fig. 90.

A Breikörper eines Schleimpilzes (Didymium leucopus) nach Cienkowsky, 350 mal vergrößert. B und C Geschlossene und aufgesprungene Sporenkugeln eines andern Schleimpilzes (Arcyria), nach de Bary, 20 mal vergrößert.

häufen, wie auf faulem Holze und verwesenden Vegetationsresten des Herbstes, sieht man rundliche Massen von milchrahmartiger Beschaffenheit und weißer, gelber oder röthlicher Farbe auftreten, mitunter Ausdehnungen annehmen, daß man sie nicht mehr mit der Hand bedecken kann, die Lohblüthe oder Hexenbutter, welche zu der lange räthselhaft gebliebenen Abtheilung der Schleimpilze oder Myxomyceten gehören. Wenn man die Lohblüthe oder die verwandten Wesen, welche Fig. 90 zeigt, bei ihrem ersten Auftreten überrascht, so kann man sie Fäden und Maschen bilden sehen; die körnige Flüssigkeit bewegt sich lebhaft in denselben und mitunter hat man das ganze Gebilde an dem Stamm eines Baumes, oder an den feuchten Wänden eines Blumentopfes 1—2 Fuß hoch in die Höhe klettern sehen, wenn in

der Höhe vorhandene Feuchtigkeit das Protoplasma reizte, sich dorthin zu bewegen. Nachdem die Masse sich zu einem gleichmäßigen Brei vereinigt hat, der eine mit Höhlungen erfüllte Kugel oder einen flachen Kuchen darstellt, beginnt sie eine Art Oberhaut, die lediglich aus dichterer Protoplasma-Masse besteht, auszusondern und zerfällt innerhalb derselben in unzählige Kügelchen, die wiederum eine dichtere Hülle zeigen, also den Sporen der Pilze vergleichbar sind. Das Innere des Kuchens erscheint zu einem trocknen Staube zerfallen, der Monate lang diese Gestalt bewahren kann. Allein wenn warme Feuchtigkeit auf ihn wirkt, verläßt das Protoplasma die Hülle, in welche es sich zum Schlafe zurückgezogen; es schlüpfen aus ihr von Neuem bewegliche Schleimmassen aus, die sich bald zur Gründung einer neuen großen Gemeinde zusammenfinden.

Diese Schleimmassen erscheinen unter günstigen Umständen so plötzlich, daß man lange gemeint hat, und hier und da noch glaubt, sie seien meteorischen Ursprungs, freie Geburten der Luft, die unter Licht- und Feuer-Erscheinung zur Erde niederfallen. Man besitzt eine große Anzahl, im Ganzen wenig glaubwürdiger Nachrichten, daß nach dem Niedergange eines Meteors an bestimmten Orten derartige Massen in üppiger Entwicklung beobachtet worden seien, und schloß daraus, daß jene Weltkörper trotz ihres Erglühens die Keime derselben glücklich und unversehrt auf die Erdoberfläche gebracht haben müßten. Im Uebrigen theilen die Schleimpilze diesen Ruf eines höheren Ursprungs mit mehreren Algen der niedersten Art, namentlich den Nostoc- und Urkügelchen- (Protococcus-) Arten, die man mit guten Gründen ebenfalls zu den Protisten rechnen darf. Die Schleimpilze könnten in der ältesten wasserbedeckten Urwelt wenig Boden gefunden haben und gehören wahrscheinlich einer spätern Entstehungszeit an, auch zeigt ihr Vermögen, sich einzukapseln und in Ruhezustände überzugehen, bereits einen ansehnlichen Fortschritt an. Nachdem diese Urwesen-Familie lange Zeit für gänzlich alleinstehend gegolten, weil man weder wagte, sie von den Pflanzen, zu denen sie früher gerechnet ward, entschieden loszureißen, noch auch sie zu den Thieren zu stellen, ist nunmehr in den letzten Jahren durch die Untersuchungen von Famintzin, Woronin und Cienkowsky bewiesen worden, daß diese Urwesen durch Zwischenformen unmerklich mit den Pilzen verknüpft sind, welche letzteren freilich selber einen so abgesonderten Zweig des Gewächsreiches darstellen, daß man sie den Urwesen unmittelbar anreihen möchte.

Den Beweis des früher erwähnten Satzes, daß das Protoplasma, wie sein Name schon sagt, der ursprünglich lebende, die andern Körperbestandtheile, Hüllen, Organe und Gestalten aus sich herausbildende Lebensstoff sei, führen auf niederster Stufe die Kammer-Wurzelfüßler (Thalamophora). In der von Natur klaren Masse des Protoplasma sieht man stets Körnchen und Tröpfchen schwimmen, welche die Beobachtung seiner Strömungen erleichtern, es sind das secundäre Erzeugnisse, Stärkekörnchen, Fetttröpfchen

und dergleichen mehr, welche das Protoplasma abgesondert hat. Aber auch unorganische Stoffe löst diese, alle Geheimnisse des Werdens einschließende Lebensmaterie auf und scheidet sie als Mantel oder Hülle wieder ab. Und so sehen wir nun diese nur scheinbar strukturlose, viele Kerne enthaltende Schleimmasse bald einkammerige, bald vielkammerige Hüllen von kohlen-

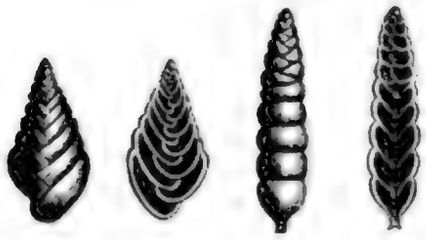


Fig. 91.
Enallostegen.

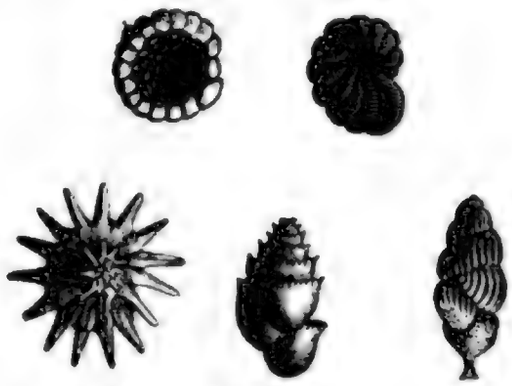


Fig. 92.
Heliostegen.

saurem Kalk ausscheiden und es werden die verschiedenen Wurzelfüßler oder Rhizopoden darnach auch in Einkammerige (Monothalamia) und Vielkammerige (Polythalamia) eingetheilt. Die Kammern sind bald in

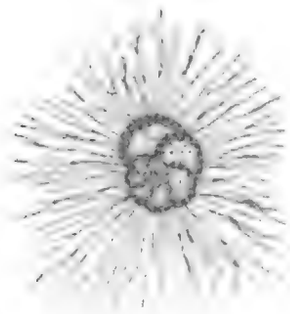


Fig. 93.
Perforate (Discorbina).

Fig. 94.
Imperforate (Miliola).

Form einer Linie, eines Kreises oder Kegels, bald zur Gestalt eines Posthorns oder einer Thurmschnecke, bald ein- oder mehrreihig in der unendlichsten Mannigfaltigkeit aneinandergereiht (vgl. Fig. 91 und 92). Das die zusammenhängenden Kammern erfüllende Protoplasma umgiebt sich, je nach seiner Eigenart mit tausenderlei verschiedenen Architekturen, die an Zierlichkeit und Mannigfaltigkeit dem Mummenschanz der Muscheln, Schnecken, Ammoniten und anderer Schalthiere in verkleinerter Gestalt durchaus nichts nachgeben, — eine mikroskopische Wunderwelt, in welcher sich auf niederster Stufe das Gestaltungsvermögen des Protoplasmas spiegelt, und in ihrer

Weiſe nicht weniger bündig Zeugniß ablegt, für die Unerſchöpflichkeit der Meeresformen, als es für Plinius die Conchylien thaten. Darnach, ob dieſe Prachtwohnungen nach allen Richtungen von kleinen Fenſtern durchbrochen werden, um den Protoplasma-Fäden, dieſen Gelegenheitsfüßen und Händen, nach allen Seiten Austritt zu geſtatten (Fig. 93) oder nur eine

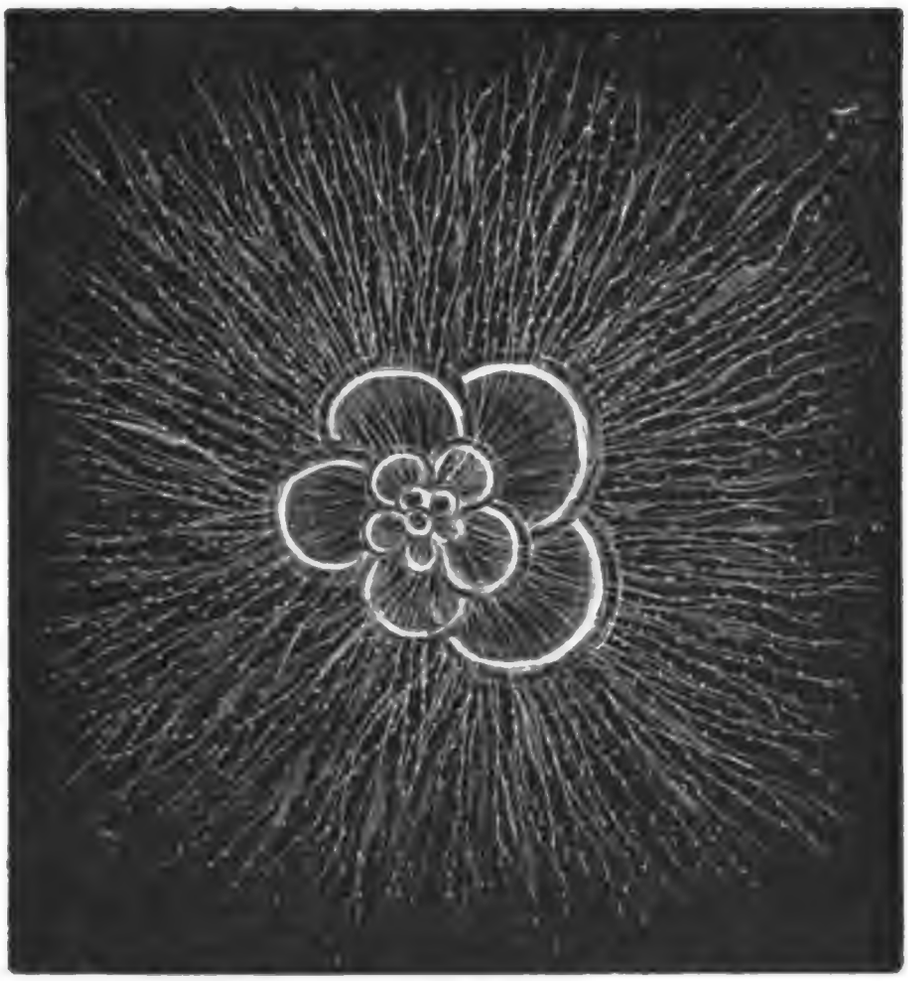


Fig. 95.
Lebende Globigerine (nach Häckel).

große Hauptpforte, wie die Ammoniten vor der vorderſten Kammer beſitzen, um auch dort oft nur durch ein vergittertes Fenſter mit der Außenwelt verkehren zu können (Fig. 94), unterſcheidet man die beiden Hauptabtheilungen der **Durchbohrten** (**Perforata** oder Foraminiferen im engeren Sinne) und der Undurchbohrten (**Imperforata**). Die Tafel mit **Polystomella strigillata** ſtellt ein ſolches Siebthierchen noch ſtärker vergrößert dar.

Die Vermehrung dieſer merkwürdigen Urweſen findet einfach in der Weiſe ſtatt, daß das Protoplasma in mehrere kernhaltige Stücke zerfällt, worauf jedes derſelben den Bau eines neuen Hauſes beginnt. Die Aneinanderreihung von Kammern, die alle durch Thüren oder Fenſter zuſammen-

Digitized by Google

Fig. 6.1.1. Sun Ra, *Space Is the Place*, 1974. Dir. John Coney. 35 mm, color, 82 min. Courtesy of Plutonian Pictures, LLC.

uns die Handhabe zu einer Klassifikation, wobei bereits mehrere tausend Arten solcher Kammerherren beschrieben worden sind. Da wir nun das Protoplasma, welches so verschiedene Baupläne verwirklicht, als das eigentliche, die Form erst bedingende Lebewesen betrachten müssen, so erkennen wir die Nothwendigkeit, schon in dieser mikroskopischen Welt tausende von Abänderungen des Protoplasmas annehmen zu müssen. Die Artenzahl der Foraminiferen wird indessen weit übertroffen durch die Massenhaftigkeit ihres Vorkommens. In einer Handvoll Sand von der italienischen oder westindischen Küste berechneten Max Schultze und d'Orbigny auf die Auszählung eines kleineren Theiles gestützt, ein bis drei Millionen Individuen!

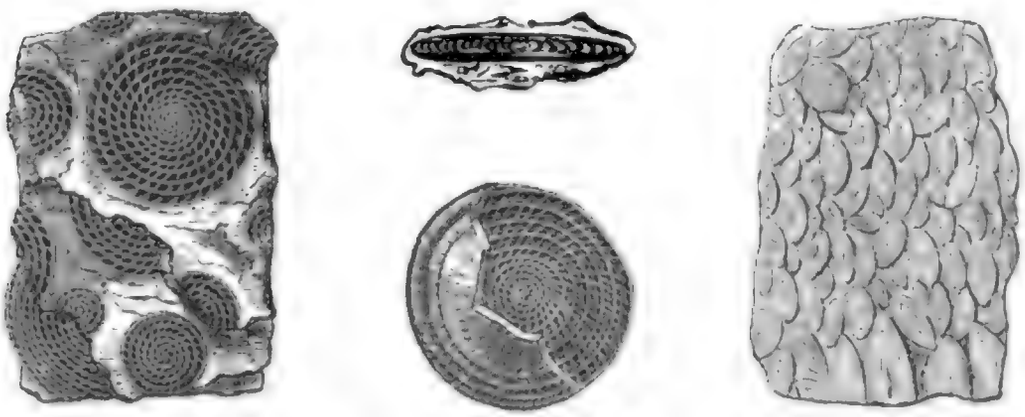


Fig. 97.
Nummuliten in natürlicher Größe.

Während manche Kammerwesen ihr Dasein auf dem Meeresboden kriechend verbringen, giebt es doch auch viele schwimmende Gesellschaften, wie z. B. die Globigerinen und Hastingerinen (Fig. 95 und 96), deren Schalen natürlich nach dem Tode ebenfalls zu Boden sinken. Urwesen dieser Klasse waren es wohl zuerst, die eine Ausscheidung gelöster mineralischer Theile, namentlich von kohlensaurem Kalk und Kieselsäure, aus dem Urmeere begannen, indem sie ihre Schalen auf dem Meeresboden aufhäuften und dadurch in unendlichen Zeiträumen Schichten von bedeutender Mächtigkeit erzeugten. Dieser Prozeß, von welchem die Tiefseeforschungen unserer Zeit gezeigt haben, daß er auch heute ununterbrochen fortdauert, übte zwar in der Secundärzeit den mächtigsten Einfluß auf die Umgestaltung der Erdrinde, allein es ist gar kein Zweifel, daß er bereits in der Primordialzeit begann. Wir haben Ursache, die meisten Kalklager, auch die der ältesten Zeiten, der Abscheidungsthätigkeit lebender Wesen zuzuschreiben, wenn wir auch in den durch Druck, Heißwasser und Erdwärme umgewandelten älteren Sedimentschichten oft nicht mehr im Stande sind, die Formen der Gehäuse wie in späteren Meeres-Ablagerungen zu erkennen. Angehörige dieser Urwesen-Abtheilung waren es, welche in späteren Zeiten

durch Anhäufung und Verkittung ihrer theilweis zertrümmerten Gehäuse jene mächtigen Kreidefelsen aufbauten, denen England den Namen Albion verdankt und die auf der Insel Rügen in pittoresken Formen das Meer beherrschen. (Siehe Fig. 33.) Es waren dieselben Architecten, die mit ihren vielkammerigen Palästen, das Material der Pariser Prachtbauten, der Sophienkirche, wie der ägyptischen Pyramiden gebildet haben. Das Gestein der letzteren ist aus den Wohnungen einer der riesigsten aller Rhizopoden-Gattungen zusammengesetzt (Nummuliten-Kalk), deren Schalen zuweilen einen Zoll im Durchmesser erreichen, und deren kleinere Arten zu Strabo's Zeiten für versteinerte Linsen gehalten wurden, die von der Nahrung der Pyramiden-Erbauer an dem Gesteine hängen geblieben seien. (Vergl. Fig. 97.) Dagegen sind die Rhizopoden-Schalen, welche den Kalkstein von Gentilly bei Paris zusammensetzen, so klein, daß man ihrer fünf Milliarden auf den Cubikfuß rechnet.

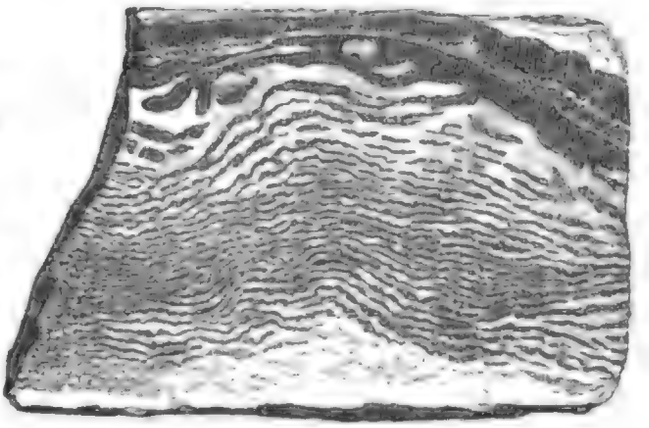


Fig. 98.
Sogenanntes Eozoon canadense.

Es mußte der Naturphilosophie wie der vergleichenden Vorwesenkunde zur höchsten Genugthuung gereichen, als vor etwa zwanzig Jahren der canadische Geologe Logan in den tiefsten Gneisschichten des laurentischen Systems am Ottawafluss in Canada große Knollen im eingelagerten Urkalk entdeckte, welche auf dem Durchschnitt das dunklere Bild eines zusammengedrückten, vielästigen entblätterten Strauches zeigten, welches man für die Versteinerung eines Kammer-Rhizopoden halten konnte. (Fig. 98.) Die gewiegtesten Kenner der mikroskopischen Structur bei fossilen Organismen, Carpenter, Gümbel, Jones, Dawson, traten der Meinung des Entdeckers bei, daß man die Spuren eines Urwesens vor sich habe, und zwar eines riesigen Wurzelfüßlers, dessen perlschnurartig aneinander gereihte Kalkkammern die langen gebogenen Aeste des Busches darstellen. Die Freude über den lange entbehrten Fund eines so alten und in der Stufenleiter der organischen Bildungen so tiefstehenden Lebewesens prägte sich in der poetischen Namengebung aus, indem man dasselbe als die canadische Morgenröthe des Lebens (Eozoon canadense) begrüßte, welcher Namen der Versteinerung geblieben ist, obwohl sie dann später in zahlreichen Urkalkschichten Europas ebenfalls aufgefunden wurde. Man glaubte, daß dabei in der Weise, wie man anatomische Präparate anfertigt, eine Ausfüllung der Kalkkammern mit dunkelgrünem Serpentin stattgefunden habe. In neuerer Zeit ist indessen der organische Ursprung dieses Gebildes

namentlich durch genaue Untersuchungen von Möbius stark in Zweifel gezogen, und dasselbe mit aller Entschiedenheit für ein dendritenartiges Mineralgemenge erklärt worden, und auch andere Forscher sind zu ähnlichen Ergebnissen gelangt.

Neben den kalkschaligen Kammerwesen begegnen wir im Meere ähnlichen mikroskopischen Wurzelfüßlern; welche ihr Gehäuse aber nicht aus Kalk-

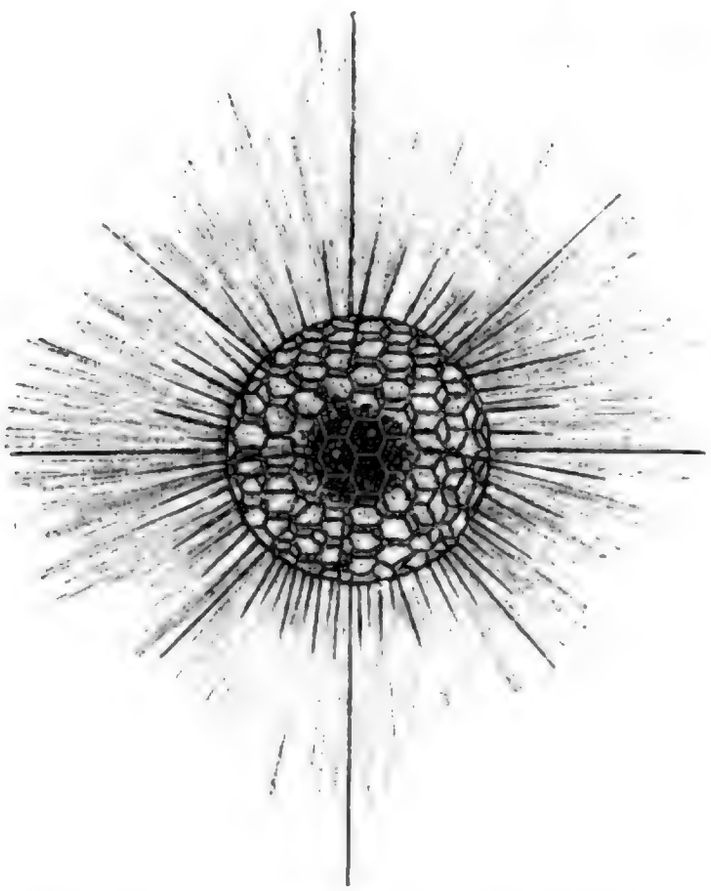


Fig. 99.
Heliosphära actinota (lebend). Von der Gitterkugel strahlen zwischen den Pseudopodien zahlreiche Kieselstacheln aus, im Innern des Gitters sieht man die Centralkapsel.

Fig 100.
Diploconus fasces (lebend). Die Kieselschale gleicht einer Sanduhr mit beiderseits zugespitztem Achsenstab.

theilchen, sondern aus Kieselsteinmasse erbauen und wegen ihrer strahligen Grundform Radiolarien, oder wegen des durchbrochenen Skelettes Gitterthierchen genannt werden. Sie bieten ebenfalls ein besondres erdgeschichtliches Interesse dar, weil ihre Schalen, wie in neuerer Zeit festgestellt werden konnte, den Hauptantheil an der Bildung der Feuersteine genommen haben, die meistens schichten- und nesterweise in Kreidefelsen auftreten. Obwohl den Kammerwesen stufenverwandt, erheben sie sich doch nach manchen Richtungen entschieden über dieselben. Bei vielen von ihnen wird die zierliche Kieselschale durch Umfließen derselben mit einem lebendigen

Schleim zu einem innern Skelett, welches uns dann nur um so deutlicher das reiche Innenleben, die zahlreichen Strömungen in diesen mikroskopischen Tröpfchen vergegenwärtigt. Im Mittelpunkte des anscheinend ebenfalls formlosen Schleimes erblicken wir eine von einer festen Haut umschlossene Centralkapsel (Fig. 99). In ihr bilden sich die kleinen Fortpflanzungszellen durch ungeschlechtliche Theilung, erhalten eine Geißel und schwärmen, später die Schale durchbrechend aus. Außerhalb der Centralkapsel finden

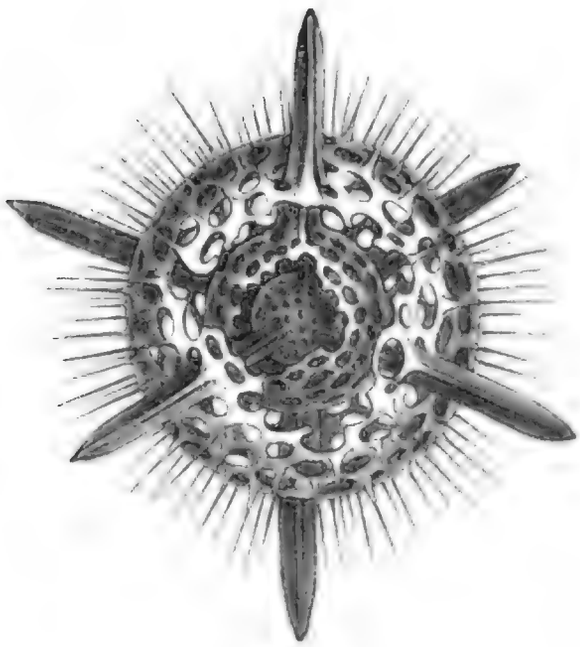


Fig. 101.
Skelett von Actinomma asteracanthion.

Fig. 102.
Skelett von Dictyophimus Challengeri.

sich meistens noch eigenthümliche gelbe Zellen, welche Stärkemehl enthalten, von denen wir bald sprechen werden. Bei einigen Arten gleicht die Kapsel mehr einem Futteral (Fig. 100) oder ist durch mehrere einander umfangende Kieselschalen geschützt, so z. B. bei Actinomma asteracanthion, wo ähnlich wie bei gewissen chinesischen Elfenbeinschnitzereien, drei solcher Kugeln in einander stecken (Fig. 101). Sechs starke radiale Stäbe, die in dreikantigen Stacheln enden, verbinden und halten dieselbe, während die äußerste Schale obendrein zahlreiche dünne Kieselborsten trägt. Mitunter ist die Schale, an diese letztere Bildung anknüpfend, nur durch ein von diesen strahlenförmigen Trägern ausgehendes Skelett angedeutet, wie bei der äußerst zierlichen Xiphacantha

Murrayana, deren zwanzig Stacheln, welche fünf parallele Zonen von je vier Stacheln bilden, ungefähr in der Mitte kreuzförmige Querfortsätze tragen, die zu einer polygonen Figur zusammenneigen (Fig. 103). Während bei der Mehrzahl dieser Gestalten eine krystallinische Starrheit, eine schneeflockenartige Regelmäßigkeit der Bildung nicht zu verkennen ist, bieten doch andere mehr unregelmäßige Gestalten, wie das bei der Challenger-Expedition gefundene Helm-Radiolar (Fig. 102) und auch von

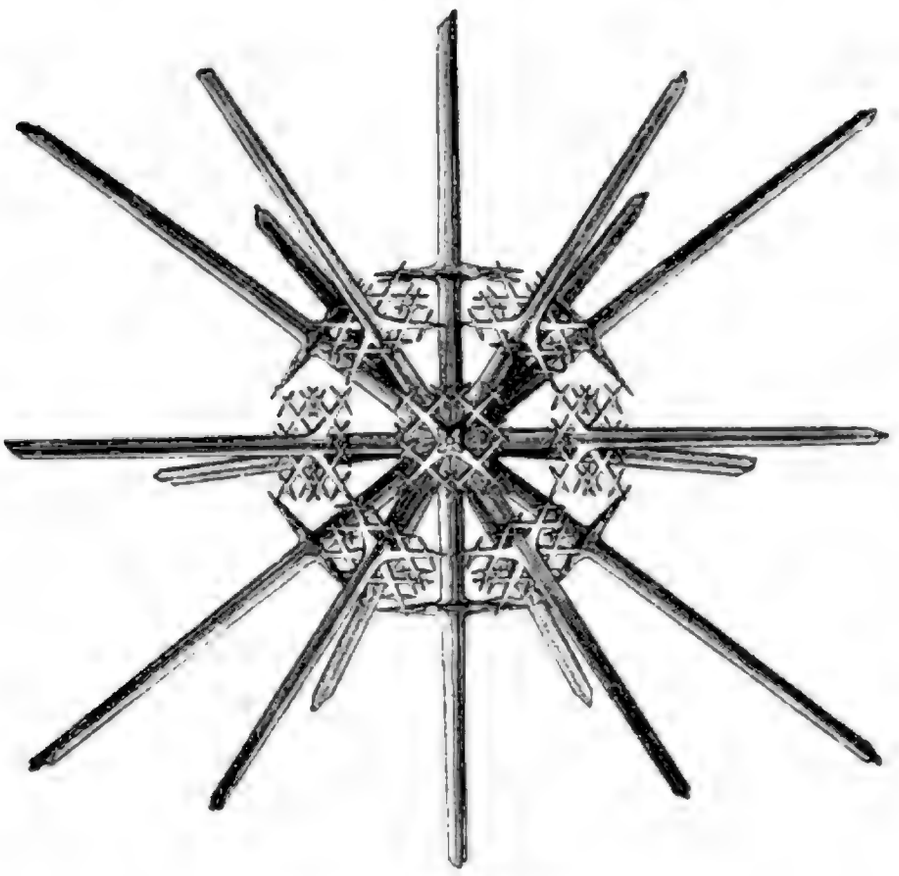


Fig. 103
Skelett von Xiphacantha Murrayana.

ihnen findet sich ein unendlicher Reichthum zierlicher Gestalten, deren sehr zahlreiche Formen von Häckel in einer fortlaufenden Monographie beschrieben worden sind, zu welcher die neueren Tiefseeforschungen immerfort weitere Nachträge geliefert haben. Theils an der Oberfläche, theils in tieferen Schichten des Meeres lebend, haben sich ihre winzigen Panzer in der Tertiärzeit an manchen Orten, z. B. auf den Nikobaren und auf der Insel Barbados, zu ganzen Bergen aufgethürmt.

Werfen wir einen Rückblick auf die Entwicklungsstufe, in welcher das Leben sich gleichsam einen eigenen Herd schafft und sich von der Außenwelt abschließt, um desto eigenartiger auf dieselbe zurückzuwirken, so müssen wir sagen, daß das unbewaffnete Auge nicht viel verloren haben dürfte,

dadurch, daß die Urweſenwelt nur wenig Spuren von ihrem Daſein zurückgelaſſen hat. Denn wenn wir uns vorſtellen, daß ein Durchſchnittsmenſch unſerer Tage auf das erſte Feſtlandsriff, welches ſich aus dem warmen Urmeer einer neuen Welt erhebt, verſetzt werden könnte, ſo dürften wir ohne Gefahr Tauſend gegen Eins wetten, er würde nichts von dem Vorhandenſein einer lebendigen Welt in dieſen Waſſern ahnen; ein wenig geſtaltloſer Schleim, eine unförmliche Kalkmaſſe, wären vielleicht alles Sichtbare, was er in den Waſſern erblicken könnte. Ein auf das Nahſehen eingerichtetes Auge würde freilich mehr beobachten können, denn der Reichthum jener erſten Entwicklungsperiode beſtand vorwiegend aus mikroſkopiſchen Formen. Die grüne Farbe, welche die eine Hälfte der Lebewelt als ihr Abzeichen in Anſpruch genommen, um ſpäter Meer und Feſtland damit zu ſchmücken, tritt erſt ſchüchtern in winzigen Weſen hervor, von denen wir jetzt noch kaum wiſſen, ob wir ſie mit Recht dem grünen Reiche zuzählen dürfen. In Unentſchiedenheit, ein Spielball für müßige Streitluſt, treten uns die Anfänge des Lebens entgegen. Von Arbeitstheilung im Körperbau kaum Anfänge. Das Lebeweſen theilt ſich und bildet zwei oder mehrere gleichwerthe Weſen, bei denen man, auch wenn ſie vereinigt bleiben, kaum ſagen kann, hier iſt die Mutter und dort die Tochter. Es iſt eine Vermehrung, keine Fortpflanzung. Die Ausbildung eines geſchlechtlichen Gegenſatzes dürfen wir in dieſen unbeſtimmten Lebewelten, die wir mehr nach unſerer durch Verhältniſſe der Jetztzeit genährten Phantaſie, als nach ihren hinterlaſſenen Spuren uns ausmalen, kaum ſuchen. Sie dürften reicher an Anfängen geweſen ſein, als ſich im Kampfe um's Daſein bewährt haben, aber ſchon die beiden Hauptkreiſe der Lebensformen, die ſpäter ſo entſchieden auseinander gingen, Pflanzen und Thiere, ſind unter ihnen kaum zu unterſcheiden, und es bleibt mehr Glaubens- als Wiſſensſache, ob wir Pflanzen und Thiere aus einer gemeinſamen Urform oder aus zweien oder mehreren hervorgegangen annehmen wollen. Wir ſehen unter den niedern Pflanzen wie unter den niedern Thieren gar manche Formenkreiſe, die auf einen verſchiedenen Urſprung hinweiſen (wir erinnern nur an die Pilze, die ſich bei aller Aehnlichkeit des Auftretens nur ſchwer mit den grünen Sonnenkindern unter einen Hut bringen laſſen); aber es bleibt unentſchieden, ob ein frühes Auseinandergehen der Charaktere oder die Abſtammung von verſchiedenen Urformen die Urſache dieſer fundamentalen Verſchiedenheiten geweſen iſt. So tritt uns das ſchwerlösliche Problem, welches ſich ſpäter an den Namen Adam's knüpft, ſchon bei den Anfängen des Lebens entgegen. Hier wie dort iſt es nicht ſo wichtig, um ſich darüber in Grübeleien zu verlieren.

VI.

Die Jugend der Pflanzenwelt.

(Algen)

Was die Natur im Samen oder Ei
Erzeugt, ob Kraut, ob Riesenbaum es sei,
Ob fliegend Thier, ob kriechendes Insekt,
Im Feuchten wird zum Leben es erweckt

Erasmus Darwin

Eine allein aus den jetzigen Verhältnissen des Lebens abgeleitete Entwicklungsgeschichte der Welt müßte schon deshalb mit dem Pflanzenreiche beginnen, weil sein Vorhandensein heute als die unentbehrliche Vorbedingung des thierischen Daseins erscheint. Die Pflanze ist im Stande, von der Luft zu leben, aus Luft ihr Kleid zu weben; das Thier dagegen ist auf Pflanzennahrung angewiesen, wenn es nicht seines Gleichen verzehren soll. Von den Urahnen der Thiere, wenn sie von denen des Pflanzenreichs wirklich verschieden gewesen sein sollten, muß daher angenommen werden, daß sie auf ähnliche Weise, wie noch heute die Pflanzen und wahrscheinlich auch manche Protisten, verstanden haben, von der im Wasser aufgelösten Luft und Kohlensäure zu leben, eine Fähigkeit, deren Mangel oder früher Verlust die Thierwelt zum Wüthen gegen die Pflanzenwelt und sich selber gebracht hat, worin aber vorzugsweise die Triebfedern des Vorganges liegen, den wir unter dem Namen des Kampfes um's Dasein als die Hauptursache des Fortschrittes in der Welt betrachten. Es ist also nicht die Annahme eines Vorsprungs, den wir der Pflanzenwelt auf die Erfindung des Lebens zuerkennen, sondern vielmehr die größere Einfachheit der hier zu betrachtenden Verhältnisse, welche uns veranlaßt, den Pflanzen zunächst unsere Aufmerksamkeit zu schenken. Diese größere Einfachheit stammt hauptsächlich daher, daß die Zellenindividuen, welche sich zum gemeinsamen Leben als Pflanzen-Organismus anschickten, mehr republikanische und die des Thieres mehr monarchistische Neigungen entwickelten; die ersteren neigten zur Bewahrung möglichster Selbständigkeit, die letzteren zur Centralisirung.

Im Meere und Süßwasser, sowie an feuchten Orten auf Steinen und Baumrinden leben zahleiche Arten von mikroskopischen Pflänzchen, deren gesammter Körper nur aus einer einzigen kernhaltigen Zelle besteht, die

einzelligen Algen, die sich meist auf ungeschlechtlichem Wege, durch einfache Theilung vermehren. Nach den Verschiedenheiten ihrer Gestalt, Färbung und Lebensweise hat man sie verschiedenen Familien zugetheilt, z. B. den Urnen-Algen (Desmidaceae), Fadenalgen (Ulvenähnlichen), Schleimalgen (Nostochinen), Staub- oder Kieselalgen (Diatomeen), Kleid-Blüthen-Algen (Protokokkineen) u. l. w. Neben den Chlorophyll einer Blattgrün, welches in Gestalt kleiner Körner in den Zellen der meisten Pflanzen enthalten ist, und unter Mitwirkung der lebenden Wesen ihre grüne Farbkraft verliert, kommen in den eingelligen, wie in den vielzelligen Algen häufig gelbgrüne, bräunliche, purpurrothe und blaue Farbstoffe vor, welche oft sie grüne Grundfarbe völlig verdecken, wie bei jener purpur-

Fig. 104.

A. Nostoc verrucosum. Schleimgeflechte einzelzelliger, gekörnt dunkelgrüner in natürlicher Größe.
B. Desgleichen in der Vergrößerung eingetrockneter Fäden, vergrößert, mit Vergrößerung (1:1) in Gelbgrünlich.

rothen Schnee-Alge (Sphaerella nivalis), die im ewigen Schnee der Alpen und der Polargegenden lebend, im Sommer meilenweite Flächen bekleiden durch die Lebzeit ihrer Individuen scharlachroth färbt, oder der durch Verbreitung ebenfalls purpurschwarzen Alge der ewigen Eises (Ancylonema Nordenskjöldii), der vielen Forscher einen merkwürdigen Anstoß an dem Räthselhaften der großen Erscheinungen der Natur zu schaffen, weil sie vermöge ihrer dunklen Farbe sich darf in den Sommerfrühen ernähren.

Einige Farbpergeistige Pflanzen, die Spaltalgen, beren durch vergeistige Lebensfarbe sich vermehrende Individuen zu langen perlschnurartigen Fäden vereinigt bleiben, schließen sich in nahe den Spaltpilzen an, die wir oben (S. 195) unter den Pflanzen betrachten haben, daß sie von einigen Naturern mit beiderlei zur Abtheilung der Spaltpflanzen (Schizophyten) zusammengefaßt werden. Aber ihre Zellen enthalten blaugrünen Farbstoff, und ernähren sich hierdurch im Lichte. Die bekannteste darunter sind die Nadoc-Arten (Fig. 104), welche in einer leicht ausgeblähenen Gallert-Blase leben, die man im Wasser, auf trockem Boden, oder nach starken Gewitterregen auf der Straße findet, als leicht zu pflückende

Universitäts-Bibliothek Gießen

vom Himmel herabgefallen. Sie trocknen nämlich in der Zwischenzeit zu leichten Häutchen zusammen, die der Wind von dannen führt, und quellen dann im Regen auf, weshalb man sie seit alten Zeiten als Sternschnuppen-Gallerte (Sternschneuze) betrachtete, und noch in unserm Jahrhundert, nachdem die Alchemisten viel damit gearbeitet, in ihnen im Luft- oder Sternenraum „meteorisch erzeugte Urwesen" (vgl. S. 204) erkennen wollte. Es sind diese stahlgrünen oder olivenbraunen, zitternden Gallertmassen gemeint, wenn es im Walpurgisnachtstraum des Faust heißt:

Aus der Höhe schoß ich her
Im Stern- und Feuerscheine
Liege nun im Grase quer;
Wer hilft mir auf die Beine?

Auch das Substrat der Irrlichter hat man in ihnen vermuthet. Sie sorgen übrigens durch Bildung von Dauer- oder Grenz-Zellen (Heterocysten) (Fig. 104 B, h), die sich in bestimmten Abständen in die Perlenschnur einschieben, größer auswachsen und mit einer dicken Haut umgeben, dafür, daß sie auch ohne neue Zufuhr aus den Himmelsräumen auf Erden nicht aussterben. Die dickwandigen Dauerzellen können Jahre lang Trockenheit, Hitze und Kälte ertragen, bis sie in günstige Lebensverhältnisse kommen, den dicken Mantel abwerfen und ein neues Leben beginnen. Die Nostoc-Arten verbinden sich auch mit Pilzen zu Gallertflechten, oder bilden in den Zwischenzellräumen höherer Pflanzen, wie Wasserlinsen, Gunnera-Arten und Cycadeen grüne Nester. Andere Arten solcher „Rosenkranz-Algen" schwimmen im Wasser als Gewirr grünlicher Fäden, von denen manche im Lichte eine schwingende Bewegung zeigen, wie die danach benannten Oscillarien, welche zu den oben erwähnten Algen-Arten gehören, die in ziemlich heißen Quellen vorkommen.

Ein besondres Interesse haben in neuerer Zeit gewisse goldgelb oder grün gefärbte einzellige Algen des Salz- und Süßwassers erregt, deren Lebenszähigkeit so groß ist, daß sie in den Körper durchsichtiger lebender Thiere einwandern und dort in den Strahlen des durch die Oberhaut einfallenden Lichtes weiter gedeihen, sich vermehren und zuletzt einen großen Theil der Oberflächen-Gewebe dieser Thiere erfüllen (Fig. 105). Schon im Jahre 1871 hatte Cienkowsky bemerkt, daß die oben (S. 211) erwähnten gelben Bläschen im Körper der Radiolarien, den Eindruck von außen eingedrungener, einzelliger Algen machten, da sie manchmal gänzlich fehlen, während sie andrerseits den Tod des beherbergenden Wesens überleben. Aber obwohl Häckel im Einklange mit dieser Wahrnehmung beobachtet hatte, daß die gelben Zellen der Radiolarien Stärke produciren, und O. Hertwig, daß ähnliche algenartige Gebilde im Körper verschiedener Seerosen vorkommen, war der Gedanke eines derartigen Zusammenlebens von Pflanze und Thier doch zu fremdartig, um sogleich anerkannt zu werden. Erst später wurde durch Geza Entz und K. Brandt der volle

Beweis erbracht, daß zahlreiche Arten von Wasser-Thieren, namentlich Infusorien, Polypen, Korallen, Quallen und Würmer den gelben und grünen einzelligen Algen, die sie in ihre durchscheinenden Körper aufnehmen, ihre gelbe, grüne oder bläuliche Färbung verdanken, und von ihnen zum großen Theile miternährt werden. Die Algen zersetzen unter dem Einflusse des Sonnenlichtes, die im Wasser enthaltene, und zum Theil von den Thieren selbst ausgeschiedene Kohlensäure, und bereiten Stärkemehl und andre Producte daraus, von denen die Thiere mitzehren. Es findet

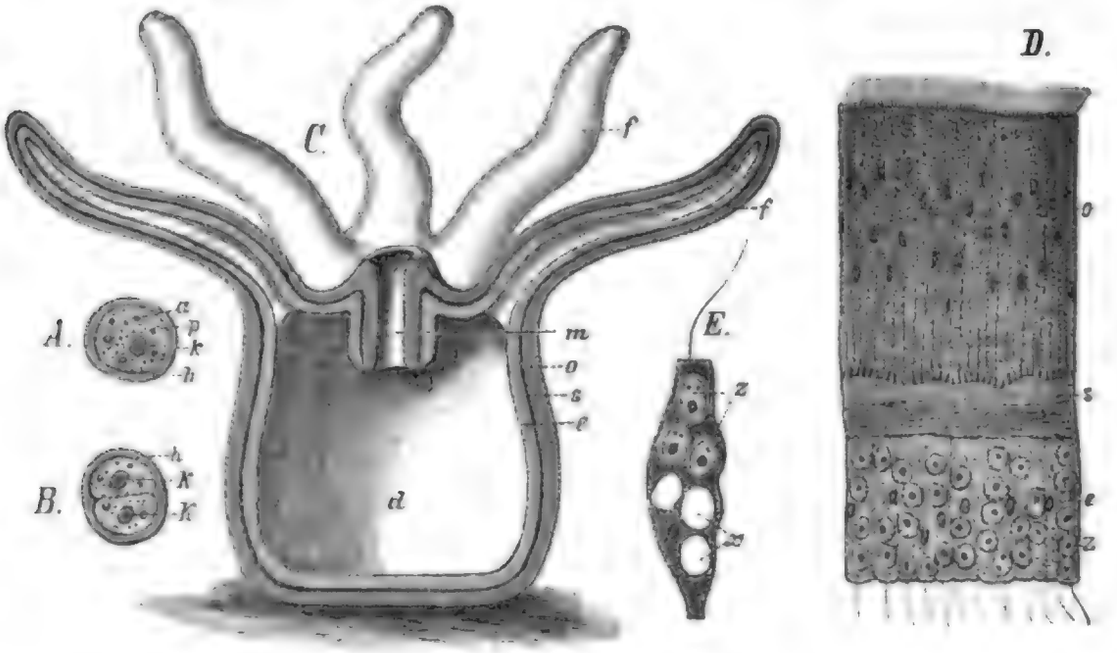


Fig. 105
Einzellige Algen im Körper einer Seerose.
A Die einzellige Alge. B. Dieselbe in Theilung begriffen; k Zellkern, h Zellhaut, a Chlorophyllkörnchen, p Protoplasma. C. Schematischer Durchschnitt einer Seerose. D Querschnitt durch die Wandung f Arm, m Mundöffnung, d Leibeshöhle, o Hautblatt, s Mittelblatt, e das die Algen beherbergende Magenblatt. E Einzelzelle aus dem Magenblatt; z eingewanderte Algen, x Hohlräume, aus denen die Algen herausgedrückt sind. (D. E. A B. fortlaufend stärker vergrößert.) Nach O. Hertwig.

somit ein ähnliches Gegenseitigkeits-Verhältniß statt, wie wir es später bei den Flechten kennen lernen werden, deren Körper aus einzelligen Algen und Pilzfäden zusammengewoben ist, nur daß die Bedingungen des Zusammenlebens (der Symbiose) bei Pflanze und Thier noch günstiger sind, denn das Thier braucht zu seinem Lebensunterhalt Nahrungsstoffe und Sauerstoff und scheidet Kohlensäure aus, die Pflanze aber braucht umgekehrt Kohlensäure, erzeugt feste Nahrungsstoffe und Sauerstoff. Der große von der Pflanzenwelt zur Thierwelt gehende Kreislauf des Sauerstoffs in der Natur erfolgt somit hier im engsten Cirkel. Das Thier ist seinerseits im Stande, die seinem Körper eingelagerten Algen willkürlich dem Lichte auszusetzen und so haben auch die Pflanzen einen Vortheil von

der Aufgabe ihrer Freiheit. Von besonderem Interesse ist hierbei die offenbar auf beiden Seiten stattgefundene Anpassung an die gemeinsame Wirthschaftsführung, von der wir in complicirteren ähnlichen Fällen sehr bemerkenswerthe Resultate kennen lernen werden. Man kann die Eindringlinge in solchen Fällen also nicht als Schmarotzer betrachten, sondern bezeichnet beide Wesen als Mutualisten oder Gesellschafter. Natürlich kann das Gedeihen der Algen nur in solchen Thieren geschehen, die eine durchsichtige Oberhaut besitzen; niemals findet man lebende Algen in Thieren, deren durch dunkle Pigmente gefärbte Oberhaut kein Licht in die innern Gewebe hineintreten läßt.

Dieser merkwürdigen gegenseitigen Anpassung entspricht die Lebensweise der betreffenden Thiere. Geddes hatte schon vor Jahren beobachtet, daß an der französischen Küste lebende grüne Plattwürmer im flachen Wasser den hellen Sonnenschein aufsuchen, im Lichte Stärke und überschüssigen Sauerstoff produciren, und alsbald absterben, wenn sie fortgesetzt im Dunklen erhalten werden. Sie scheinen also die gewöhnliche Ernährungsweise der Thiere gänzlich verlernt zu haben, durchaus darauf angewiesen zu sein, sich die Sonne in den Leib scheinen zu lassen, und von dem Ertrage ihrer inneren Gemüsezucht zu leben, während andere Algen aufnehmende Thiere auch ohne dieselben leben können. Jene Würmer sowohl, wie gewisse durch Algen olivengrün gefärbte Seerosen scheinen auch durch ihre lebhaften Bewegungen im Sonnenschein anzudeuten, eine wie angenehme Erregung es ihnen verschafft, wenn die Sonne in ihrem Innern Sauerstoff und Nahrungsstoffe erzeugt, ohne daß sie sich um Erlangung derselben zu mühen brauchen. Natürlich ertragen sie eine fortwährende Besonnung nicht, und die Radiolarien pflegen ihre gelben Zellen nur im gemilderten Tageslichte in die Höhe zu tragen, bei stärkerem Lichte aber wieder in die dämmernden Tiefen zu versinken.

Die Art der Einlagerung der einzelligen Algen in eine Seerose zeigt uns Figur 105. Wir sehen daselbst eine solche einzellige Alge zunächst für sich in stärkerer Vergrößerung und in Theilung begriffen dargestellt, ferner den schematischen Durchschnitt einer Seerose, deren Körperwandung aus drei Schichten besteht, von denen die innerste (das Magenblatt) die Algen in ihr Gewebe aufnimmt. Einige für sich dargestellte Gewebstheile zeigen die Algenschicht noch deutlicher. Ganz ähnlich stellt sich die Einlagerung bei dem grünen Armpolypen unsrer Süßwässer (vgl. S. 155) und bei den grünen Würmern dar. Doch darf man nicht glauben, daß alle grüngefärbten niedern Thiere durch Algen und Chlorophyll gefärbt seien, wie es andererseits nach Engelmann auch Thiere geben soll, die im Stande sind, ohne Vermittlung der Pflanzenzelle in ihrem Körper Chlorophyll zu erzeugen. Die ersteren, durch das Isoliren und Fortleben der aus dem Gewebe herausgedrückten Algen über allen Zweifel erhobenen Fälle des engen Zusammenlebens von Pflanze und Thier gehören zu den lehrreichsten

Beispielen von der Anpassungsfähigkeit der lebenden Wesen. Da die Blattgrünkörnchen (Chlorophyll) in mancher Beziehung an diese grünen Einmiether der Thiere erinnern, so ist die kühne Idee aufgetaucht, daß vielleicht auch die höhern Pflanzen Doppelwesen seien, und ihre grüne Farbe einzelligen Algen verdanken, die in ihren Zellen leben, und sich allmälig so stark verändert haben, daß sie nicht mehr, wie die Algen-Einmiether der Thiere für sich zu leben vermögen. Wir werden weiter unten von ähnlichen

Fig. 106.
Diatomeen-Sand.

Bündnissen höherer Pflanzen mit Faden- und Spaltpilzen hören, die ihre Wurzeln umstricken oder erfüllen, und den Pflanzen bei ihrer Ernährung sehr nützlich sind, so daß die Bündnißfähigkeit der niedern Algen und Pilze dort zweifellos feststeht. Beim Blattgrün aber stößt die Hypothese auf Schwierigkeiten.

Zu den höheren einzelligen Algen rechnet man die Kieselalgen (Bacillarien oder Diatomeen), die ihre Namen nach ihrer Hülle, Gestalt und Vermehrungsweise empfangen haben. Unter dem Mikroskope zeigen sie eine reiche Formenwelt von krystallinischer Starrheit (Fig. 106). Es sind kleine Stäbchen, Schiffchen, Geigen, Halbmonde und andere zierliche Spielzeuge, die meisten mit durchschimmerndem Zellkern im Innern, während die zarte Reliefarbeit der Schale zum Prüfstein der vergrößernden

Statt ganzer Blattlappen sich berühren (vgl. Fig. 107). Die meisten dieser oft zu Knäueln oder Rosetten angeordneten Zellen sind mit einem bunten Farbstoffgemenge umgeben. Der hier sich bildenden epithelähnlichen Pflanzenhaut nennt die Botaniker Blattfärbung von der Beschaffenheit, und dieser Überzug hat sich hier gewissermaßen verdichtet. Natürlich bleiben feine Lücken, Poren, durch welche Luft, wie im organischen Körper heut, der Gas- und Flüssigkeits-Austausch stattfindet, und das Licht mag auch manchmal hinter von organischer Thätigkeit erfüllten Blattzweige die Bildung von Chlorophyll und Stärke an, von denen das erstere, durch einen gelbbraunlichen Farbstoff verdeckt, sich an der Innenwand der Zelle in gierlichen Körnern ablagert, ähnlich wie bei den nächst höheren Thiere.

Fig. 107.

Erklärung: Buchstaben bleiben unerklärt. A. Pyramis vorhanden. B. Kapitelsaum. Vergleiche man z. Beispiel C. Cupularia. vergleiche. D. Fingerförmige Ausstülpungen. Epimatium. An einem Blattzweige fehlt ein Blatt. vergrößert.

Man kennte daraus zusetzen, ob diese Epithelblättchen, welche jetzt in ungeheuren Massen auf dem Grunde sitzen und lebiglich Gewebe leben, in der ältesten Kurzeit eine Rolle gespielt haben. Trug der Riesenfarben, welche einzelne Arten, die dadurch zur Erhaltung gelangt wurden, besitzen, schonen sich heute verbieten in den ältesten Urschichten erhalten zu haben; in jüngeren Erdbildungsperioden dagegen traten sie mit einer, ihren thierischen Verwandtschaftsgliedern entsprechenden Massenhaftigkeit auf, und wahrend, wie manche andere einfache Gebilde, in den Kalken des heben Meeres sich bilden konnten, verschwanden sie. Zu der Kinderjahre heute dort man Schichten von mehrere Fuß Mächtigkeit, zu Berlin sieht zum Theile auf Absatzgrunden dicken Art, die eine Mächtigkeit von hundert Fuß erreichen. Die Tripelerde auch der Bilmer Kalkschiefer verdanken ihre Entstehen an diesen Kieselschalen ihre Brauchbarkeit zum Putzen und Polieren; einzelne Arten,

Digitized by Google

mit 4, 8, bis 6 mehrfache Vergrößerung und die sogenannten Kieferlagen, entgeklich eine geringe, in den organischen Resten reichere Nahrhaftigkeit, wie man wenigstens daraus schließen darf, daß die „ectosiensen" Völker solche Kieferlagen zur Zierung ihrer barbarischen Paperiost benutzen. Die Bedeutung der Eingeweiden, von denen wir eben gesprochen, und die in ihnen weniger mit vereinten Kolonien als durch Aufnahme der Körper Verstehen, tritt erst an Lage, wenn wir erfahren, daß ihrer Zehnmalmehr mehr Zwischen-Eigen zusammengehäuft, nur bis einige einen Zollen erreichen wollen, und daß von manchen Arten eine Milliarde auf ein Quantum gehe. Mitten in der Bergzeit leben größere Arten und in den Zwischenschen findet man wahre Ungeheuer dieser kleinen Welt, limnenlange Tentrellum-

Fig. 126.
Tentaculiferen. A. Cinetrichum monilliferum. B. Paralcia cryptolinctarium. C. Microcolcothrix centrifugalis (nach J. Müller). D. Tracheocystis volvocinacea. E. Stentorinum multiforme.

Arten neben dem Zwecke der höher entwickelten Nervensinne, auf denen sie gerieht zu haben scheinen.

Gleich den vorher vorgenannten Weichthieren (Tentakuliferen Fig. 108), welche keinen Panzer, sondern eine gewöhnliche Zellhaut abbekleiden, und wie Recht nachgewiesen hat, an Leben, durch Verschmelzen Thieren zu wachsenden Thierstöcken im Wasser sind, verschiedene, sich diese Individuen symmetrisch und zwei Zellen gelegenmeglegt, und theilen sich bei der Vermehrung, wie die gewöhnliche Zelle, in zwei zwei Zellen. Jeder Zelle wächst dann schnell die fehlende andere Hälfte nach, und es sind wieder zwei Ganze vorhanden, die sich weiter theilen können, ohne daß man hier, wie beim Menschen, von einer „besseren Hälfte" reden könnte. Jedem hoher Vorgang sich in verschiedener Richtung wiederholt, bilden sich Individuen-Reihen, ähnlich wie bei den Ketten aber (S. 215 u. 216) besprochenen Verbindungen und Theilketten. Alles viele Vorzeugnisse, die verschiedenartig zusammenhängen, wie sie unsicherweise hervorgegangen sind, bilden gleichwohl

kein gemeinsamgebürgtes Gerüst, keine vielgültige Einzelfortsetze, es handelt sich vielmehr nur um eine vorübergehende lose Gemeinschaft; die jungen Blumenblätter sind eben ihrer Entstehung entsprechend nur ein Gebrauchsrecht aufzuweisen, jeder ist sich selber genug.

Bei ihrer wunderbaren Zweckbestimmung, die in kurzer Zeit durch die progressiven Bedingungen eine umgekehrte Verformung herbeiführen kann, herbert nun ein besonderer Umstand unsere Aufmerksamkeit hervor. Der Befruchtungs- der Blumenen möchte nicht, und wenn sich hie Petalen getheilt hat, je hält sie längere nachwachsende Hälfte einen Keimer aus,

Fig. 109.
Aethusa Cynapium.
A Petalum, B Petalum.

Fig. 110.
Blumenentwicklung von Primula sinensis.
A, B, C, D, E, F, G, H, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z, Ä, Ö, Ü, ß, a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o, p, q, r, s, t, u, v, w, x, y, z, ä, ö, ü, ß, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 0,

Frustulia, Fig. 110) die beiden Hälften wieder von einander und wachsen zu zwei Auxosporen heran, welche reichlich die doppelte Länge der früheren Zellen besitzen. Man nennt diesen Vorgang, der auch bei etwas höher stehenden, grüne Ketten oder Fäden bildenden Algen, z. B. bei den durch ihr grünes Spiralband von Chlorophyll ausgezeichneten Spirogyra-Arten (Fig. 111) unserer Teiche und Gräben wiederkehrt, eine Paarung (Kopulation) und alle diese Algen, Paarungs-Algen (Konjugaten); auch ist man wohl berechtigt, darin ein Vorspiel der geschlechtlichen Erzeugung zu

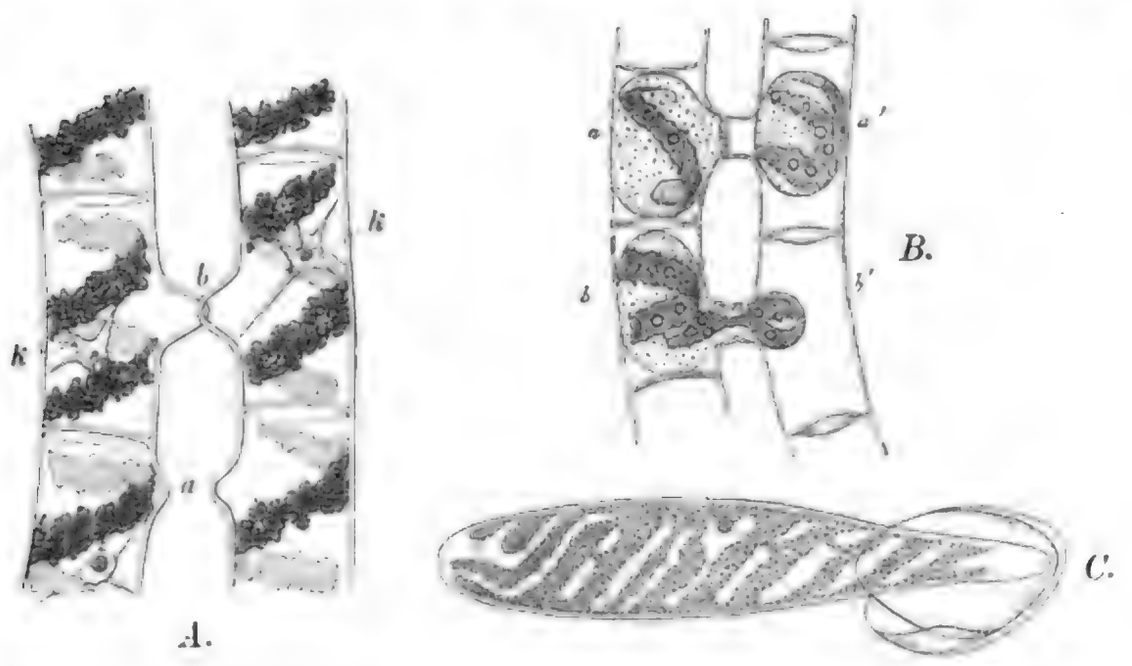


Fig. 111.
Zwei Fäden von Spirogyra longata, A in beginnender, B in fortschreitender Kopulation (bei a b). Man sieht das schraubiggewundene Blattgrünband und die Zellkerne k. C keimende Spore einer Spirogyra.

erblicken. Zwar ist hier nicht von der Vereinigung männlicher und weiblicher Zellen die Rede, sondern von derjenigen zweier geschlechtslosen Zellen, allein es ist immerhin ein Zusammenwirken zweier verschiedenen Individuen, bei welchem eine Kraft-Ergänzung und damit eine erhöhte Wirkung erreicht wird, und man kann aus Analogieen schließen, daß die Verschiedenheit der beiden, an der Erzeugung der Auxospore betheiligten Personen von vortheilhaftem Einflusse für die Nachkommenschaft ist. Ja man könnte vielleicht noch weiter gehen und in ähnlichen Vorgängen der Urwelt, bei denen die Paarung zweier geschlechtsloser Zellen ein nothwendiges Ausgleichsmittel der durch schnell wiederholte Zweitheilung drohenden Erschöpfung war, die entferntere, mechanisch wirkende Ursache zur Ausbildung eines geschlechtlichen Gegensatzes suchen. Jene Auxosporen oder Erstlingszellen der Bacillarien und Desmidiaceen beginnen dann von Neuem ihren Zweitheilungsproceß, der nun wieder stets kleinere und schwächere Zellgeschlechter

gar Lange hat. Je lebhaft bei ihnen das Leben jeder einzelnen Art unter einem bestimmten Klima der Nachkommen, die nur von Zeit zu Zeit ein neuer Wechselwuchs zur vorteilhaften Hülle der früheren Blüte zerstäubt.

In Folge ihrer Vermehrungsweise kannte man die benachbarten Arten mehrerer Gattungen bringen schon Bastarden mit vielen Eigenschaften, welche alle Eigenschaften ihrer nahe Verwandtschaft besitzen, häufig keine oder verschiedenartig gekommen, und bilden so ein einheitliches Ganze gelten können, bis oft im Laufe einer langwierigen Bewegung nachführen. Wenn auch man sich ergeben haben, daß die beiden Zusammenziehen doch auch keine Vorstelle hat, denn wenn nur zwei einzelnen beobachten, wachsen zu zweihäuserlichen Pflanzen ablehnen, in denen beiläufig gleichen Alters bleibenden einzelnig gebildeten sind, so finden wir alle höhere Entwicklung erst durch die Vereinigung weiter Zellen zu einer gekommengleichen Person erreicht, indem erst dadurch eine weitliche Arbeitsteilung möglich wird. Die Mühlsäure, welche schwerlöslich Eingeschlossenen gebildeten Pflanzen und Tiere, die die Lebensluft nur auf einer kleinen Oberfläche, nach von der Zeitdauer, alle ihre Nahrung mit Wasser leicht beizutreten, ihr eigener Reichthum, Ernähren und Wachsen kein. Alles haben wir den unmittelbaren Berührungen des Lebens, und ist einer solchen Zusammenkünftigkeit nicht mit herausstammt und die Wissenschaft selbst, in der es nur auch Spezialforscher, aber keinen sogenannten Gelehrtenen von Rat gibt, beweist, mit daß Verschiedenheit, die erste Bedingung zum Fortschreiten und Vervollkommnen ist. Die Arbeitsteilung ist aber, wie gesagt, nur in einem Zusammenleben möglich und wir beobachten teilweise mit Pflanzen auch bei den Pflanzen daß bei einigen Urwelten nochkommende merkwürdige Übergänge zwischen Tier und Pflanze, bei denen gewissermaßen jede Eigenschaft gleichmäßig auf Ernährung, Fortpflanzung, Bewegung, Empfindung, Bildung, Atmung, Verdauung, Absonderung, Ausscheid

einer Körperen aber längeren Nukleopole durch schnell wiederholte Doppelteilung oft in zwei, vier, acht, selbst 16 u. s. w. Zellen zerfallen, die einen neuen Zellenhaufen bilden.

Bei einigen Arten aber, wie an der oben (S. 201) beschriebenen **Magosphära** einzeln, bilden sich in vielen sehr verbundenen Zellenhaufen bereits wirkliche geschlechtliche Gegensätze aus. Bei den **Volvox**-Arten (Fig. 119) bleiben sich eine oft sehr große Zahl Zellen (bis zu 12000)

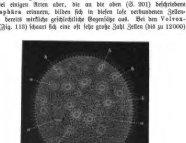


Fig. 119.

Eine Familie mit schwärmenden Zellen (a), welche Tochterzellen (Fortpflanzungszellen) enthalten und verschiedene Zellen (b), die Tod in Kugelform annehmen.

zu einer Kugelschicht um einen wasserzefüllten Raum. Die Verbreitung bleiber Zellen sind sein ungeeinet Art, mit Blattgrünkörnchen, einen zusammengehörenden Hohlraum (Mantel) und 3 Geißeln, so daß jede Zelle ein selbständiges Wesen bleibt, welches gegebenen Falls sich trennen, baumschwimmen und durch Teilung einen neuen Staat bilden, aber einen andern Gemeinwesen sich anschließen können. In vielen Zellenhaufen bilden sich nun einzelne Zellen zu großen ankenenglichen Eizellen (Oogonien b) und andere (a), theilen sich und bilden vielzellenreiche Vereinigungen zahlreicher (64 bis 128) männlicher Zellen. Die Betrachtung der Eizellen findet innerhalb der Gemeindschaft statt; es entsteht eine Eikugel (Oosphära), deren Befruchtung zunächst eine feine netzzigartige Zunnelle leistet. Also hohe Bildung eigener Geschlechtszellen (Gameten) erscheinen hier nur, obwohl

der oben beschriebenen Bildung von Auxosporen, wie ein noch nicht ganz gesicherter Fortschritt in der Arbeitstheilung zwischen den Einzelzellen, denn neben den Gameten entdeckt man einzelne, durch ihre Größe vor den gewöhnlichen vegetativen Zellen ausgezeichnete, welche der ungeschlechtlichen Vermehrung dienen und durch wiederholte Zweitheilung ebenfalls neue Familien erzeugen.

So sehen wir die erste Arbeitstheilung im Pflanzenreiche auf Ernährung und Fortpflanzung gerichtet; diese im Wasser schwimmenden

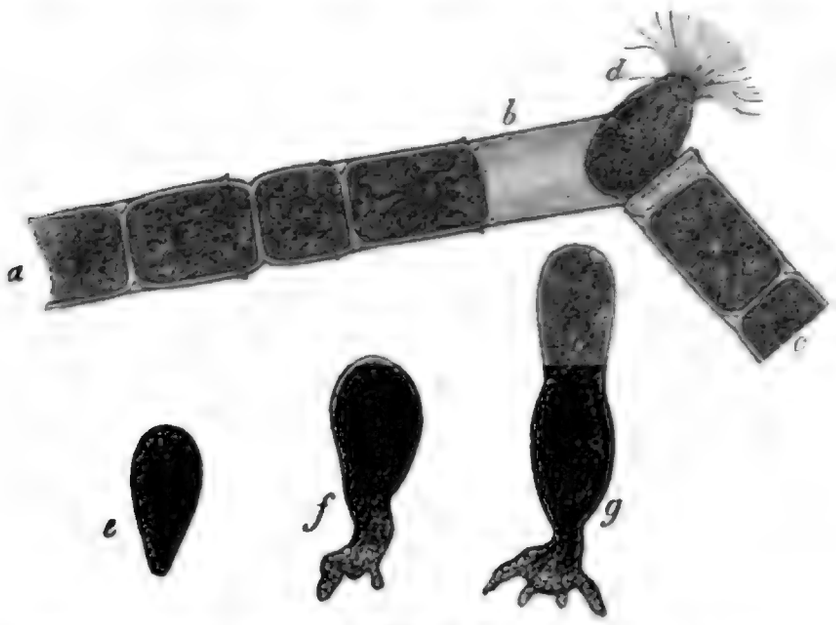
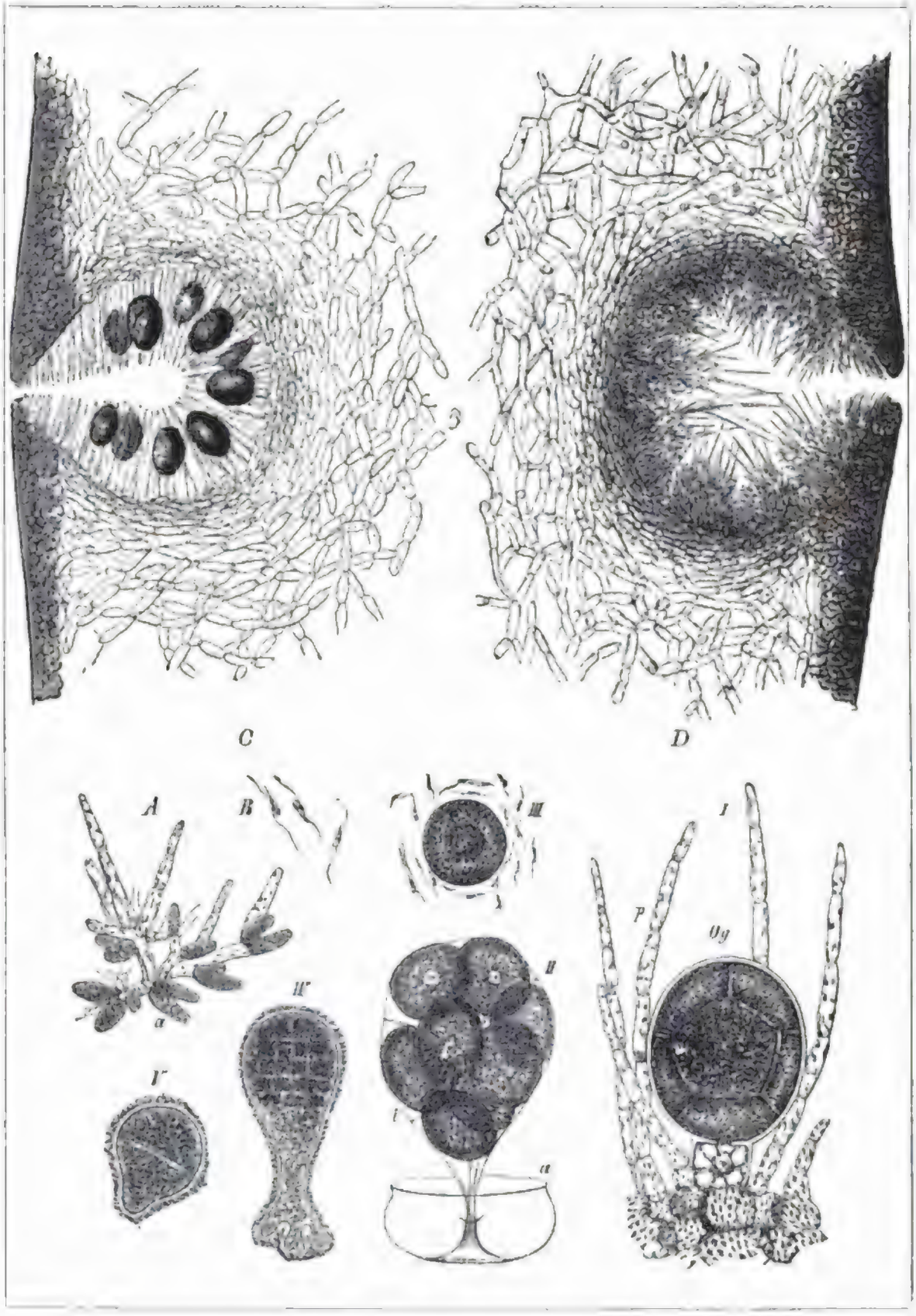


Fig. 114.
a, b, c, d Geburt einer Schwärmspore (d) bei einer Fadenalge, und e, f, g Keimung derselben.

kleinen Pflänzchen bedürfen noch keines Stütz- oder Skelettgewebes, keiner saftleitenden, ausscheidenden, schützenden Zellen, wie die höhern Pflanzen; die einzelne Zelle kann noch die mancherlei Geschäfte des Lebens zusammenbesorgen. Ueberhaupt erreicht ja die Arbeitstheilung der Zellen im pflanzlichen Organismus niemals eine so bedeutende Ausdehnung wie im thierischen, denn die meisten Thätigkeiten der Pflanzenorgane zielen auf Wachsthum, Ernährung von unmittelbar sich darbietenden Stoffen und Erhaltung der Art (Vermehrung) ab, Aufgaben, deren Erfüllung man deshalb auch wohl im thierischen Leben als die vegetativischen Lebensthätigkeiten bezeichnet. Die Pflanze findet, festgewachsen oder im Wasser hin und her getrieben, ohne Mühe ihre Nahrung in der überall hindringenden Luft; das Thier muß seine substanziellere aufsuchen, und bedarf dazu der Entwicklung von Sinnes- und Bewegungsorganen, die eine einheitliche, geistige Leitung erfordern. Die Entbehrlichkeit einer solchen Zusammenfassung für die von Luft lebenden Wesen gestattet das Maß größerer persönlicher Freiheit und Selbständigkeit der Pflanzenzellen auch in den höheren Gewächsen.



Fortpflanzung und Keimung des Blasentang.

Neben der Bildung jener ruhenden Keimzellen oder Sporen tritt als ein noch häufigerer Fall die Verjüngung einzelner Zellen zu sogenannten Schwärmsporen ein, die, mit ein, zwei oder vielen Wimperhaaren versehen, lebhaft sich drehend, die Freiheit suchen, nach stunden- oder tagelangem Schwärmen einen Anheftungspunkt im Wasser finden und dort durch Keimung oder Zelltheilung zu einer neuen (zusammengesetzten) Person auswachsen (Fig. 114). Der erste Botaniker, welcher diesen Vorgang im Jahre 1843 beobachtete, Unger, wagte seinen Augen nicht zu trauen, und glaubte, angesichts dieser lustig umherschwärmenden Keimzelle, in der That annehmen zu müssen, die Pflanze habe ein Thier geboren. Diese freie Bewegung der Fortpflanzungszellen mit Hilfe rudernder Auswüchse und Wimpern ist unter den niedern Pflanzen eine so allgemeine Erscheinung, daß man schon daraus auf einen gemeinsamen Ursprung mit dem Thierreiche, in welchem sie bleibend auftritt, schließen möchte.

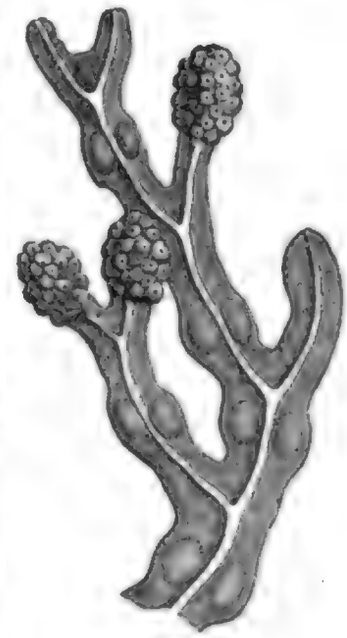


Fig. 115.
Fucus vesiculosus.

Bei den einen wirklichen Zellenleib bildenden höhern Algen nimmt dann die ungeschlechtliche, wie die geschlechtliche Fortpflanzung Formen an, die schon mehr an die Knospen-, Fruchtknoten- und Blumenstaub-Bildung der höheren Gewächse erinnern. Es kann nämlich die ungeschlechtliche Vermehrung durch sich theilende Knospungszellen schon auf der elterlichen Person stattfinden, so daß dann gleich ein Zellenhäufchen ins Meer hinauswandert, es kommt endlich zur Ausbildung besonderer, rein weiblicher Organe, die nur empfangende Zellen, und rein männlicher, die nur Befruchtungszellen hervorbringen. Wir können die einzelnen Stufen dieses Fortschrittes, die sich bei verschiedenen Algen beobachten lassen, nicht im Einzelnen verfolgen, sondern wollen ihn nur in seiner Vollendung bei der häufigsten Alge unserer Küsten, dem nach seinen blasenförmigen, das Schwimmen erleichternden Auftreibungen sogenannten Blasentang (Fucus vesiculosus, Fig. 115) betrachten, wobei wir uns der Zeichnungen und Beschreibungen Thuret's, des genauesten Beobachters dieser Vorgänge bedienen. (Vgl. die Tafel „Fortpflanzung und Keimung des Blasentang".) Die Familie der Fucoideen oder Brauntange enthält meistens olivengrün gefärbte und blattartig verbreiterte, oft gablich verzweigte Algen, die im seichten Meeresgrunde wurzeln, bis zur Oberfläche wachsen und entweder männliche und weibliche Zellen auf demselben Stocke erzeugen, oder auf verschiedenen, wie im vorliegenden Falle. Wir sehen an einzelnen Zweigspitzen maulbeerartige Häufungen kleiner Behälter, deren jeder sich später mit einer kleinen Mündung nach Außen öffnet. Bringt man Längsschnitte dieser Kammern unter das

Mikroskop, so sieht man sie mit gegeneinander geneigten Zellhaaren erfüllt, zwischen denen sich bei der weiblichen Pflanze größere eiförmige Mutterzellen, bei der männlichen kleinere längliche Mutterzellen (D) entwickeln.

Jede der großen Zellen der weiblichen Pflanze bildet in ihrem Innern acht weibliche Tochterzellen aus (I. Og.), die endlich aus ihrer zerreißenden Doppelhülle ausschwärmen (II), und darauf von den kleinen, mit Wimpern versehenen männlichen Zellen (Spermatozoiden) umschwärmt werden, die inzwischen in den sogenannten Antheridangien (A. a) gereift und mit der Lebhaftigkeit wimpertragender Infusorien ausgeschwärmt sind (B). Man hat die Begegnung mit der Eizelle unter dem Mikroskope bewirkt, und gesehen, wie sie sich in Schaaren um dieselbe drängten, sich anhefteten und sie in eine schnelle, erst nach einiger Zeit aufhörende Drehung versetzten (III). Die Befruchtung erfolgt, indem einer oder einige dieser Spermatozoiden in die hautlose Eizelle eindringen, und so eine Verschmelzung des beiderseitigen Bildungsstoffes bewirken. Die befruchtete Eizelle umgiebt sich erst jetzt mit einer festeren Haut, setzt sich nach kurzem Umherschwimmen irgendwo fest, und wächst durch Zellentheilung zu einer jungen Pflanze aus (IV. V). Es rechtfertigt sich ein genaueres Eingehen auf diesen Befruchtungsvorgang, weil er nicht nur in ganz ähnlicher Weise bei vielen blüthenlosen Pflanzen wiederkehrt, sondern auch bei allen eigentlichen Thieren bis zu den höchsten hinauf, fast genau ebenso verläuft, wie bei dieser Alge, während er bei den höheren Pflanzen abweichende Wege einschlagen mußte, weil dort die Befruchtung nicht ebenso im Feuchten vor sich gehen konnte. Man ersieht hieraus, wie auch in dieser Beziehung Pflanzen und Thiere in ihren Anfängen einander nahestehen, so nahe, daß wir an einer verhältnismäßig niedrig stehenden Pflanze eines der größten Mysterien des thierischen Lebens mit erledigen können, ohne genöthigt zu sein, später anders als in theoretischer Beziehung bei der Vererbungsfrage auf dasselbe zurückzukommen. Gewiß dürfen wir es als ein großes Jubeljahrtausend der organischen Entwicklung betrachten, jenes Zeitalter, in dem sich dieser Vorgang bei niedern Pflanzen und Thieren zum ersten Male in dieser Vollendung vollzog. Er hat keinen Sänger gefunden, der das große Ereigniß feierte und doch sollte man denken, ein wonniger Schauer müsse das Weltall durchzittert haben, als die von Plato geträumte Trennung oder vielmehr Sonderung und Entstehung der beiden Geschlechter stattfand, die sich seitdem ewig suchen. Es ist der Urquell der Poesie, der schon im urkundenlosen Reiche der frühesten Vorwelt aufsprudelte, als dem Weiblichen in der Natur zuerst ein Männliches entgegentrat.

Bei ihren 1877 angestellten Untersuchungen über eine Kalkalge des Mittelmeeres (Acetabularia Fig. 116) hatten A. de Bary und Strasburger beobachtet, daß die Geschlechtszellen (Gameten) derselben sich gegenseitig anziehen und dabei sogar den Einfluß des Lichtes — dem sie sich sonst entgegen bewegen — überwinden, und so zur Paarung

gelangen. Diese gegenseitige Anziehung findet aber nur zwischen zwei aus verschiedenen Sporangien stammenden Gameten statt, eine interessante Vorstufe dessen, was wir später von höheren Pflanzen erfahren werden, welche die Fremdbefruchtung vorziehen und durch alle möglichen Umbildungen der Blüthen fördern. Die nämliche Anziehung, die physikalisch genommen schon Empedokles als Wesen der Liebe dargelegt hatte, beobachtete Falkenberg bald darauf an den Gameten einer andern Alge. Wurde dem Wasser, welches Samenfäden dieser Alge enthielt, ein befruchtungsfähiges Ei hinzugefügt, so hatten sich in wenigen Augenblicken von allen Seiten her, sämmtliche Samenfäden um dieses Ei versammelt, selbst wenn dasselbe mehrere Centimeter von ihrer Gemeinde entfernt schwamm. Auch hier wurde die Wirkung des Lichtes durch die Anziehungskraft des Eies überwunden und diese sympathische Fernwirkung äußerte sich nur auf die Samenfäden derselben Art und nicht mehr auf diejenigen verwandter Arten. Spätere Untersuchungen von Pfeffer und andern Pflanzen-Physiologen haben dann gezeigt, daß es nicht physikalische Kräfte, sondern verschiedenartige chemische Reize sind, welche die Samenfäden zum Ei locken. So konnte festgestellt werden, daß es bei den Farnkräutern eine geringe, in dem letzteren abgesonderte Spur von Aepfelsäure-Salzen ist, welche die Samenfäden unwiderstehlich anzieht, einzutreten; bei den Moosen handelt es sich um eine wirkliche Nektarquelle, denn das Reizmittel, welches bei ihnen die Samenfäden anlockt, besteht aus Zucker; die Reizmittel der Algen sind noch nicht bekannt. Wurden jene Reizmittel in der gehörigen Verdünnung, die sehr weit gehen kann, in feine Glasröhren gebracht, so traten die entsprechenden Samenfäden alsbald in dieselben ein, wenn erstere in Wasser getaucht wurden, welches mit denselben besetzt war. Und zwar traten die Samenfäden der Farnkräuter nur in die Apfelsäureröhren und die der Moose nur in die Zuckerröhrchen, wobei selbst noch Spuren von 0,001 % Aepfelsäure eine erkennbare Anziehungskraft äußerten. Später bei höhern Pflanzen und Thieren erhält das Ei, welches hier nur eine nackte Zelle darstellt, Hüllen, die aber einen offenen Zugang lassen; sie erhalten einen festen Standort in besondern Organen (Fruchtknoten und Eierstöcken), aus denen sie meist erst nach der Befruchtung und Reifung hervortreten, obwohl bei Wasserthieren selbst auf höheren Stufen noch die Begegnung der beiden Geschlechtszellen außerhalb des mütterlichen Körpers im Wasser stattfindet. Für die männlichen Zellen ist das Ausschwärmen und Aufsuchen der weiblichen schon von den niedern Algen und Thieren an zur ausnahmslosen Regel geworden. Das alte Sprichwort „keine Regel ohne Ausnahme" dürfte hier vielleicht einmal nicht zutreffen. Hunger und

Fig. 116
Acetabularia mediterranea.

Liebe, welche das Getriebe der Welt erhalten, was ließe sich über diese Probleme nicht zusammenphantasiren! Doch wir müssen zu unserm Thema zurückkehren.

Mit der Errungenschaft der Geschlechtstrennung hatten die Naturwesen ein Steigerungsmittel ihres Verjüngungstriebes gewonnen, welches namentlich für die freibewegliche Thierwelt ein mächtiger Hebel zur Vervollkommnung und ebenso zur Verschönerung der Formen werden sollte, indem bei ihnen eine gegenseitige Wahl, die geschlechtliche Zuchtwahl möglich wurde. Ohne Zweifel besaßen die Abkömmlinge sich paarender ungleichartiger Zellen Vorzüge vor denen gleichartiger Paarungs-Zellen, die ihnen und ihrer Entstehungsweise den Sieg verschafften. Es mag langsam gegangen sein, ehe dieser Sieg entschieden war, aber wir wissen, daß die Erdgeschichte in ihren ältesten Epochen, welche eine unendlich größere Dauer hatten, als alle späteren, Raum genug für solche langsamen Entwicklungen bot. Denjenigen aber, welche mit der religiösen Schöpfungsmythe glauben möchten, es müsse von Anfang an „Männlein und Fräulein" erschaffen worden sein, können wir außer den noch heute fortlebenden einfachsten Organismen, die sich niemals paaren, auch in der Entwicklungsgeschichte derer, die es thun, ein Zeugniß vorweisen, daß sie es nicht von Anbeginn gethan haben. Dies Zeugniß für die vollkommene „Sündlosigkeit" der Urwelt in dieser Beziehung liegt darin, daß die Anlage eines jeden Individuums, auch der höheren Gattungen, noch heute durch ungeschlechtliche Fortpflanzung einer Keimzelle vorgebildet werden muß, ein Verhältniß, was bei den niedern Pflanzen und Thieren noch sehr deutlich erhalten ist und sich oftmals in der regelmäßigen Abwechselung der geschlechtlichen Fortpflanzung mit einer vollständig geschlechtslosen Generation ausspricht, in ihren höher gestiegenen Nachkommen jedoch viel undeutlicher geworden ist.

Als höchst merkwürdig muß es nun erscheinen, daß wir bei Algen, die unstreitig höher stehen, als die Fucoideen, einen Fortpflanzungsweg eingeschlagen sehen, der von demjenigen der übrigen Algen und niedern Wasser- und Land-Pflanzen, sowie der Thiere abweicht und demjenigen der höhern Blüthenpflanzen gleicht, ihn gewissermaßen vorzubereiten scheint. Es sind die Florideen, oder Rothtange, schön rosen- bis purpurrothe Algen, die meist im tieferen Meere wachsen, und bei denen die grüne Farbe des Chlorophylls gänzlich durch einen rothen Farbstoff verdeckt wird. Jeder, der einmal ein Seebad besucht hat, kennt sie, denn zu ihnen gehören jene überaus zierlichen, auf das zarteste gefiederte Formen, die der Badegast erstaunt sammelt, wenn sie der Sturm an's Land geworfen, und die den höchsten Schmuck der See-Albums und der Prachtalgenwerke der Naturforscher bilden. Wir werden eine Floridee des Mittelmeeres (Lejolisia mediterranea) auswählen, weil sie den Charakter einer einfachen Fadenalge bewahrt hat, und deshalb in dem mikroskopischen Bilde eine Uebersichtlichkeit darbietet, wie wir sie bei andern Florideen nicht finden würden.

Die Pflanze, welche wir vor uns sehen, pflanzt sich erstlich durch ungeschlechtlich entstehende Brutknospen (A Fig. 117) fort, darin, wie die meisten Pflanzen, an die ursprünglichste Fortpflanzungsweise zurückerinnernd, vornehmlich aber auf einem Wege, der frappant an die geschlechtliche Fortpflanzung der Blüthenpflanzen erinnert. Zunächst abweichend ist hierbei, daß die weiblichen Eizellen nicht wie bei den Brauntangen die Behälter (Carpogon t) verlassen, um auszuschwärmen, sondern wie die Samen-Anlagen im Fruchtknoten der höhern Pflanzen dort verbleiben. Ebensowenig lösen sich die Behälter (Antheridangien a), in denen sich die männlichen Zellen bilden, von der Pflanze ab, nur die letzteren selbst werden entleert, aber das merkwürdigste ist, daß ihnen alle Wimpern, Geißeln und sonstigen Bewegungs-Organe fehlen, so daß sie wie die Pollenkörner der Blüthenpflanzen, warten müssen, ob sie eine günstige Strömung zu der Haarzelle (Trichogyne tg) führen will, die dem Griffel der Blüthenpflanzen entspricht, und durch welche hindurch die Befruchtungsvermittlung stattfindet, indem Theile der männlichen Zelle durch diese Röhre hinab zu der weiblichen gelangen. Das Carpogon wächst alsdann unter Beiseitedrängung der Trichogyne zu einer Fruchtkapsel (Cystocarp h) aus, welche kleine, den Samen der höheren Gewächse entsprechende Keimsporen reift.

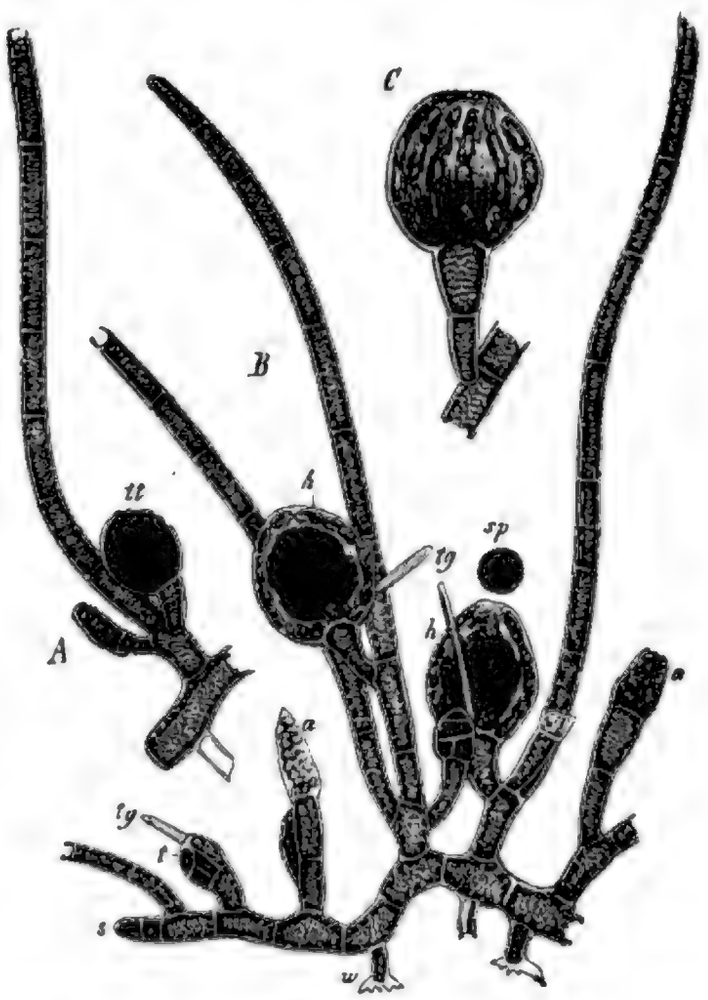


Fig. 117.
Lejolisia moditerranea, etwa 150 mal vergrößert.
A Fadenstück mit ungeschlechtlichen Fortpflanzungszellen (Tetrasporen). tt B Geschlechtspflanze. C Leere Fruchtkapsel. a Antheridangium. t Carpogon. tg Trichogyne. h Sporenkapsel (Cystocarp). sp Das Cystocarp verlassende Spore. w Wurzelzelle.

Wir haben hier, wie gesagt, in einfacheren Formen vollständig den Befruchtungsweg der höheren Pflanzen, so daß wir auch auf ihn kaum nöthig haben werden, ausführlicher zurückzukommen. Hieran knüpfen sich

einige Räthsel, die noch ihrer Lösung harren. Warum, so müssen wir fragen, haben die männlichen Zellen, die ihnen doch im feuchten Elemente so nützlichen Bewegungsorgane verloren, da diese erst den höhern Landpflanzen wirklich unnütz wurden und deren Fehlen sich dort sehr leicht erklärt? So nahe es liegen mag, diese höhern Pflanzen von den Floridеen direkt abzuleiten, so könnte bei der Schwierigkeit, den Verlust nützlicher Organe zu erklären, nicht ohne einen Schein von Berechtigung der entgegengesetzte Gedanke auftauchen, die Floridеen seien rückgebildete Luftpflanzen, Abkömmlinge gewisser niederer, auf der Wasseroberfläche schwimmender Blüthenpflanzen, die sich nach einem kurzen Aufenthalte in der Luft von Neuem dem Wasserleben angepaßt hätten, wie wir ähnliche Beispiele in der That kennen lernen werden. Ein neuerer Beobachter, Dodel-Port hat sogar wahrzunehmen geglaubt, daß die Floridеen ähnlich wie Blüthenpflanzen, von der Thätigkeit lebendiger Befruchtungsvermittler Nutzen zögen, und daß gewisse Infusorien bei den Floridеen eine Rolle spielten, wie die Insecten bei der Befruchtung der Blumen, indem sie nämlich den weiblichen Organen die männlichen Zellen zuführten. Bei einer Floridee des Mittelmeeres (**Polysiphonia subulata**) sah er nämlich regelmäßig zahlreiche Glockenthierchen (Vorticellen) angesiedelt, die mit ihren Wimpern einen Kreisstrudel erregen, in welchem er die kugelförmigen männlichen Zellen tanzen, und so die günstigen Chancen der Befruchtung erheblich vermehrt sah (Fig. 118). Vielleicht zieht die Zellnahrung ihrerseits die Vorticellen an, wie der Blüthenhonig die Bienen.

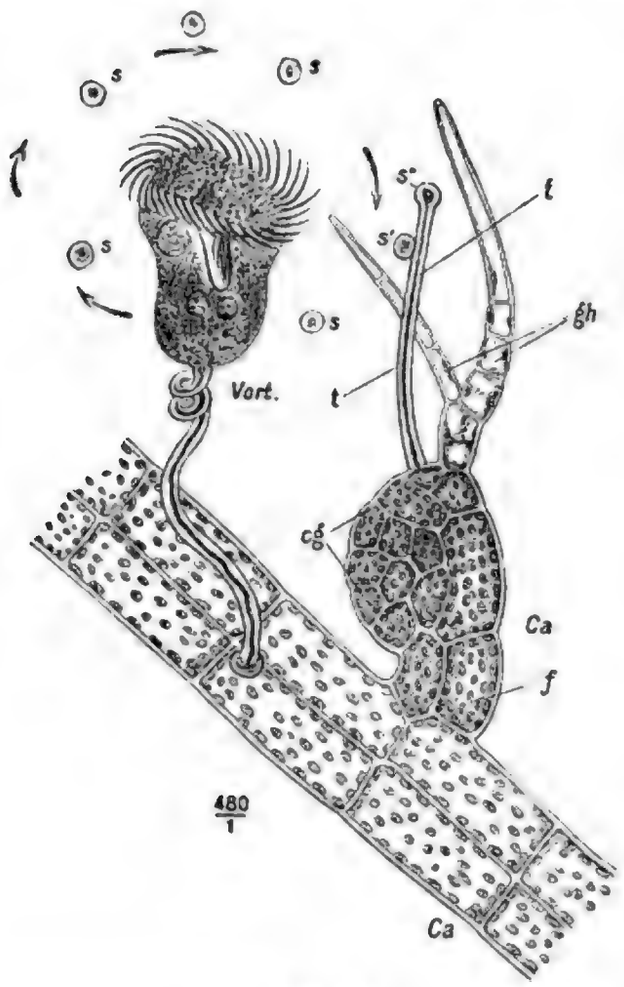


Fig. 118.
Polysiphonia subulata, mit einem die Befruchtung befördernden Glocken-Infusor (Vort.) — f, cg Fuß und fertiler Theil des Carpogons, gh Gabelhaar, t Trichogyne, s, s' s'' männliche Zellen, von denen zwei an der Trichogyne haften. Nach Dodel-Port.

Die anderweitige Arbeitstheilung und Verunähnlichung der Zellen ist bei den Algen nicht so groß, wie bei den höheren Gewächsen, und zwar

nicht sowohl ihrer niedern Stellung, als der Gleichmäßigkeit des Elementes wegen, in welchem sie leben. Auch bei den höhern Algen, welche ein vollkommnes Zellgewebe bilden, findet höchstens ein Unterschied darin statt, daß die gegen das Innere gedrängten Zellen, welche als Vorrathskammern für die von den Oberflächen-Zellen durch den Stoffwechsel bereiteten Nahrungsstoffe dienen, etwas größer auswachsen als diese. Niemals aber verschmelzen die Zellen zur Bildung von eigentlichen Gefäßsträngen, oder bilden jene Mannigfaltigkeit von mechanischen Zellen aus, wie es die der Luftpflanzen zu thun genöthigt sind, theils um eine größere Tragfähigkeit des Stammes zu erzielen, theils auch um die innern Gewebe gegen die Trockenheit der Luft und die Einflüsse des schnelleren Temperaturwechsels zu schützen.

Fig. 119.
Delesseria sanguinea. Eine Florideе.

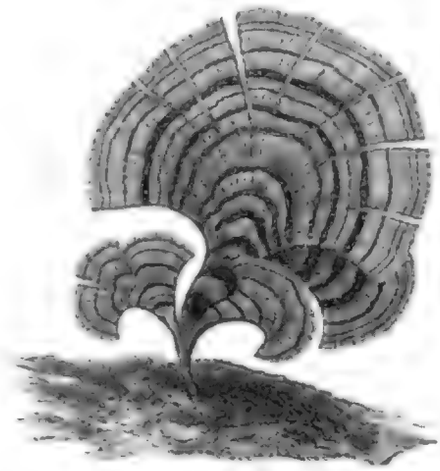


Fig. 120.
Zonaria pavonia. Eine Fucoideе.

Dessenungeachtet aber baute sich aus diesen einfachsten Lebensverhältnissen eine Formenwelt auf, wie sie bunter und schillernder in Farben, zierlicher und mannigfaltiger in Formen, erstaunlicher in ihren Größenverhältnissen kaum gedacht werden kann. Die Familie der Algen, welche als die Stammfamilie des Gewächsreiches betrachtet werden muß, schließt die kleinsten und größten Gewächse ein, welche wir kennen. Zu ihrer Gemeinschaft gehören die kleinsten einzelligen Wasserpflanzen, von denen Hunderttausende auf ein Gramm und Zweitausend auf eine Linie gehen, sowie Riesentange in der Magelhaensstraße und an der Südküste Amerikas, die eine Länge von über tausend Fuß erreichen. An die kleinsten einzelligen Algen, die in ihrer Masse das rothe Meer zuweilen blutroth und das gelbe Meer gelb färben, schließen sich die grünen Fäden und locker verfilzten Netze, die an der Oberfläche des Meeres und mehr noch im süßen Wasser leben. Nachdem aber die allseitige Vereinigung der Zellen zu einem Gewebe gelungen, giebt es des Gestalten-Reichthums keine Grenzen mehr. Im Reiche des Proteus erschöpfen sich alle Ideen. Von der blos flächenförmigen Aus-

breitung des Laubes zu wallenden Bändern und Fächern mit gekräuseltem Rande (Fig. 119 und 120) führt ein Auseinanderrücken im Wachsthum der die Gestalt bestimmenden Endzellen zu gabeläftiger und immer wiederholt gabeläftiger Verzweigung des Laubes. Indem dabei abwechselnd die eine und die andre Endzelle die Führung nimmt, wird in andern Fällen aus dem wiederholt zweitheiligen Laube ein farnblättrig gefiedertes (Fig. 121). Ueberall ist eine mathematische Regel im Aufbau zu erkennen. Oder es sprossen aus dem größeren Theil einer ungleich getheilten Zelle Quirläste hervor und es entsteht früh im Meere ein morphologischer Vorläufer unserer Schafthalme und Nadelbäume.

Fig. 121.
Laurencia pinnatifida. Eine Floridee.

Einzelne den Florideen nahe verwandte Algen bekleiden ihre zierliche moosartige Gestalt mit einem schneeweißen glänzenden Kalkpanzer, dadurch der poetischen Fiktion des Ovid, von der Versteinerung der Seepflanzen zu Korallen durch das darauf gelegte Meduſenhaupt, einen naturwahreren Hintergrund bietend als die Korallen selber. Es sind die Korallen-Algen (Corallineen), zu denen auch die krustenbildenden, Felsen- und Korallenbänke überziehenden Kalk- oder Steinalgen (Lithophyllum, Lithothamnium u. A.) gehören, von denen S. 73 erwähnt wurde, daß sie sich nicht unerheblich an der Bildung der Kalksteinlager und Korallenbänke betheiligt haben. Ihre abgestorbenen Körper bilden den vorwiegenden Bestandtheil gewisser Felsen, z. B. des Leithakalks, und wurden früher vielfach als Nulliporen selbst zu den Korallen gerechnet, deren aus dem Wasser auftauchende Bauwerke sie häufig krönten. In den Brauntangen, deren Laubfärbung eine olivenbraune Mischung aus Grün und Roth ist, in welcher bald die eine, bald die andre Färbung überwiegt, wie in den Rothtangen, erhält die Thierwelt des Meeres Schatten und Schutz bietende Waldungen und Dickichte, Polster, um sich darauf zu sonnen, Wiesen, um selbst einen starken Appetit zu stillen. Neben den am häufigsten vorkommenden strauchartigen Gebilden mit fluthenden, oft zehn Fuß und darüber langen Blättern, finden sich edlere lilien- und palmenähnliche Formen; nur wenige Typen der spätern Pflanzenwelt fehlen den unterseeischen Gärten ganz, und selbst die Cactusform, die uns wie eine bizarre Laune der Oberwelt erscheint, findet dort ihre Seitenstücke. Jedoch der Schmuck farbenprächtiger Blumen fehlte diesen Auen, und die Thierwelt ließ es sich angelegen sein, diesen Mangel

mit einem Erfolge zu ersetzen, daß wir in Zweifel gerathen, welchen Gärten vom rein ästhetischen Standpunkte der Preis gebühre, den mit Seeanemonen, Haarlilien und Korallen durchblühten Parken der Amphitrite oder denen der Ceres und Flora.

Als die schöpferische Ursache der in Tausenden von Formen sich kundthuenden Verschiedenheit des architektonischen Aufbaues der Zellen, müssen wir das Bedürfniß erkennen, die Laubobersläche so viel als möglich mit dem lufthaltigen Wasser in Berührung zu bringen. Dieser Lebensbedingung entspricht am besten die flächenförmige Ausbreitung des Blattes und dieses Thema, die Laubfrage, ist es, welche im Reiche der Algen durch alle Tonarten variirt wird. Die ganze Pflanze ist Blatt, Laub, und eine weitere Organen-Gliederung findet kaum statt. Was wir bei den Tangen der Wurzel höherer Pflanzen vergleichen (s. Fig. 121), ist nur ein Haftorgan, welches das Blatt durch Ansaugen oder Umspannen an den Steinen und Klippen des Grundes befestigt, ohne die physiologischen Arbeiten der Wurzel zu übernehmen, der Stengel ist nur ein Laubstiel.

Fig. 122.
Sargassum natans, eine Fucoide mit Schwimmblasen.

Nicht ein Schönheitsbedürfniß war es, welches das Laub der Florideen seine reizende Auszackung und zarte Fiederung vollenden ließ, sondern vielmehr eine im Daseinskampfe nothwendige stille Erörterung der Frage, wie man mit möglichster Zellenersparniß die größtmöglichste Oberfläche herstellen kann, eine Parallele zu den Entwicklungsvorgängen im Thierreiche, wo wir die erste Sorge des Protoplasmas, wenn wir so sagen dürfen, auf die Schöpfung eines Magens gerichtet sehen werden. Das ganze Gewächs ist Laub ohne eigentliche Sonderung in Wurzel, Stamm und Blatt, welche zu vollziehen dem spätern Erdleben vorbehalten blieb; kaum, daß die Bildung besonderer Sporenkapseln in den höheren Gattungen einigen Einfluß auf die Gliederung dieses Laubes gewinnt. Nur das Bedürfniß einiger Arten, sich im tiefen

Ocean dem Lichte näher schwimmend zu erhalten, schuf durch Auseinandertreten einzelner Zellparthien noch ein besonderes Schwimmorgan, mehr oder weniger große Blasen, die oft gestielt, die Form von Früchten nachahmen, und dem Sargossotang, dessen abgerissene Aeste im weiten Meere schwimmende Wiesen von der Größe gewaltiger Reiche bilden, das Ansehen beerentragenden Lorbeers ertheilt. (Fig. 122.)

Fig. 123.
Stück einer scheinbar „einzelligen" Meeresalge (Caulerpa taxifolia) in natürlicher Größe.

Allein dasselbe Ziel wird in der Natur oft auf sehr verschiedenen Wegen erreicht, wovon wir vielleicht die merkwürdigsten Beispiele in der Algenwelt finden. Man kennt eine Gruppe sehr seltsamer, scheinbar ein-zelliger Algen, die dennoch in der Gliederung ihrer äußern Gestalt kaum hinter den höchstentwickelten Algen zurückbleiben und die dadurch entstehen, daß sich beim Weiterwachsthum keine Zellenwände ausbilden, während die Zellkerne sich vermehren. Die Oberhaut nimmt hier alle jene Formen an, die sonst durch die Aneinanderreihung von unzähligen Zellen aufgebaut werden, und die ungetheilt bleibende Höhlung wächst zu diesem Ende zur Größe mehrerer Zolle, ja in einzelnen Fällen einiger Fuße an. In den einfachsten Fällen (Vaucheria) läßt sie es bei der Nachbildung einer einfachen Fadenalge, wenn auch mit vielen Verzweigungen bewenden, in anderen bildet sie einen mehrere Zoll hohen Champignon (Acetabularia Fig. 116) nach, und in noch üppigerem Machtgefühl (Caulerpa) sogar einen Stamm mit fein zertheilten Wurzeln, langen, oft tiefgesägten und gekerbten Blättern (Fig. 123), ja sie geht sogar daran, durch welliges Aneinanderlegen und Faltenbildungen der Wandungen das Zellgewebe der andern Pflanzen nachzuahmen (Acetabularia und Udotea). Wir müssen diese

zellenlosen Pflanzen als einen weitausgedehnten und dennoch gescheiterten Anlauf des im einfachen Hohlraum eingeschlossenen Protoplasmas betrachten, mit dem Zellenstaat zu konkurriren. Es ist in der That diesen einfach gebaueten Pflanzen gelungen, es bis zur Ausbildung geschlechtlicher Fortpflanzung zu bringen, allein damit war auch ihr Vermögen erschöpft und obwohl sie sich bis auf den heutigen Tag erhalten haben, sind diese Vertreter eines besonderen Entwicklungsweges doch nicht über die Organisationshöhe des Algenreiches hinausgelangt. Nur das Wasser gestattete die Ausführung einer solchen Naturlaune, deren Weiterführung Festland- und Luftleben mit ihren an Wechsel reichen Einflüssen nicht zuließen. Gesteigerten Ansprüchen gegenüber konnten sie nicht mit den durch Arbeitstheilung unter ihren Zellen widerstandsfähigeren Zellenpflanzen concurriren. Wie es scheint, geben manche scheinbar ebenfalls aus einer einzigen Zelle bestehende Infusorien und andere Protisten ein Seitenstück zu diesen Pflanzen ab.

Die Algen bilden eine Welt für sich, noch heute mehr als sechstausend Formen umfassend, aber in der Vorwelt wahrscheinlich unermeßlich reicher an Gestalten. Sie gaben den Urmeeren jenen Schmuck, den ihre Nachkommen auch dem festen Lande zu Theil werden ließen, und in ihres Gleichen ist wohl der heutigen Welt der höchste Ausdruck des pflanzlichen Lebens erhalten worden, den die Primordialzeit aufweisen konnte. Zur Erhaltung in den abgelagerten Schichten waren ihre weichen, zum Theil schleimigen und der Verwesung äußerst leicht zugänglichen Körper wenig geeignet. Dieser ganze, viele Jahrtausende hindurch einzige Pflanzenschmuck der Welt ist daher trotz aller seiner Mannigfaltigkeit verschwunden und aus dem Gedächtniß der Welt getilgt, wie die Guirlanden und Kränze eines Festtages. Nur gewisse Gallertalgen des Süßwassers, die sich an der Bildung der Boghead-Kohlen (S. 169) betheiligt haben, ferner die Kieselalgen (S. 219) und Steinalgen (S. 234), endlich die Dasycladeen, Verwandte der mehrfach erwähnten **Acetabularia**, deren Reste schon im Muschelkalk vorkommen und von da ab in den meisten jüngeren Meerkalkbildungen bis zur Eocänzeit nachweisbar sind, haben häufigere Spuren ihres Dagewesenseins hinterlassen. Von den fälschlich für Algenreste gehaltenen Thierspuren war schon oben (S. 66) die Rede: die fossilen Gattungen **Bilobites**, **Chondrites**, **Dictyolithes**, **Oldhamia** und viele andere sogenannte Algen der ältesten Schichten sind später eingezogen oder mit Fragezeichen versehen worden. Im Uebrigen decken sich die Urkunden der Erde mit der Theorie, welche sich aus allgemeinen Gründen genöthigt sieht, die Algenfamilie als die Ursfamilie des Pflanzenreiches anzusehen. Aber auch die ältesten Tange gehören bereits ebenso wie die ältesten sicheren Thiere, mit denen sie zugleich auftreten, einer morphologischen Entwicklungsstufe an, die uns überzeugt, daß bei ihnen, wie im Thierreiche, unendliche Geschlechter seit jener Zeit, wo das erste Leben auftrat, spurlos in die Nirvana zurückgekehrt sein müssen. In späteren silurischen und devonischen

Schichten erscheinen neben kreuzig nach entwickelten Wasserpflanzen noch wenig andere Pflanzen als im Meere lebende Tange, viele aber mitunter in so massenhaften verkohlten Resten, daß sie förmliche Kohlenlager bilden. Wenn die Form nicht mehr zu erkennen ist, so liegt doch ein geringer Jod- und Brennstoffgehalt dieser Reste Zeugnis von ihrem marinen Ursprung ab. Wie

Fig. 136.

A Chara fragilis, die Armleuchter in natürlicher Größe. B Blatt mit seinen Blättchen (f) und (f'); deren Befruchtungsorgane (a) und einem Eiapparate (c). C Die Blättchen mit den Befruchtungsorganen. D, E Sporenkörner-Früchte und ihre Sporenkörner von Nitella flexilis.

noch heute diese letzteren Armleuchterpflanzen größtentheils auf der Höhe von Seetangen genommen werden, so schieben riesige Tange schon damals deren Verbindungen und den Meeresgrund ab, lange bevor ein Photograph über ein Treffenschreiber daran Gedanken machen konnte. Natürlich lehren Algen neben den spärlichen Landpflanzen, die ihnen diese Konkurrenz zu machen vermochten, ungeübter lest, und in jüngeren Schichten, die weniger mächtig geschwemmte Einschlüsse ausgelegt waren, kommen die heilkennende Meeresflora nur, daß man den Fisch, eine weitere Bildung, auch Tausenden Standorten genannt hat.

Es sind oft untergeordnete Pflanzen, welche einen Zusammenhang der Algen mit den höheren Pflanzen etc. und so ferner in dieser Beziehung (S. 233) nur angedeutet werden, daß bei den Rothalgen die Befruchtungsweise einige Analogien darbietet. Bei einer Gruppe derselben, den Kranzlichter-Gewächsen (Characeen), die auf dem Grunde von Süß- und Brackwasser wachsen, sind ihren deutschen Namen den quirlförmig um den Stamm gestellten Blättern entlehnt, sind sie noch größer, so daß einige Haupttheile dieser Algen doch schon wie Moose leicht zu machen. Die haben mit vielen, den Farnkräutern und einigen Blumen-Pflanzen die Übereinstimmung gemeinsamen Zusammenhang gemein mit auch den Thieren; zeigt einen fortgeschrittenen Zustand. Der oft mit Kalk incrustirte Stengel bietet nun her Stelle weniger Zellen dar über Zwischen einander wechselnden Blatter-pflanzen (Fig. 194) stehen aus langen Zellen mit lebhafter Protoplasma-Bewegung, die, abgesehen durch eine lange Reihen „Brennzellen" getrennt werden, und bevor die 5—12zähligen, wie bei höhern Cutel-Pflanzen mit einander alternirenden Blattquirle entspringen. Das erfolgreiche Blatt selbst besitzt einige einen Seitengang, (A. a) zu Blüten. Die auf den Blättern sprossen Zweigbefruchtungsorgane sind nach Form und Farbe auffällig. Die Samenkörner-Kapseln oder Befruchtungsorgane (B. a) sind häufig, manchmal, mit 8 nacheinander gestellten sackförmigen Schläuchen bedeckt, die anscheinend haben auf einem Blattstiel einen Strauß lebendigen-befruchtender Substanzen (C) tragen. Jede einzelne dieser Zellen (D), deren Zahl in einer Kapsel 40 000 erreichen kann, bildet in ihrem Innern einen kleinzelig gemeinsamen, mit 2 Wimpern ausgestatteten Samenfaden (K), lebend nach dem Platzen Lauben auszuschwimmen und Eizellen aufzusuchen.

Fig. 194.
Blüthe mit Fruchtstand von Chara.

Die Eizelle entsteht an der Spitze eines kleinen Sprosses, beiden Scheitelzelle sich zum Tragorgan umbildet (Fig. 195), welches aus 5 aus einer benannt liegenden Stammzelle entstehenden Cantzellen sprossig zusammen wächst. Eben trugen diese Zellzellen ein „Krönchen" (K), das Urzeit einer Blüthe ganz 5 Zellen bei Chara- und auch 10 Zellen bei Nitella-Arten; die Zahl dieser Zellen Zweigen, durch welche die anschließenden Samenzellen (a) zur Eizelle (a) gelangen können. Aus der befruchteten Eizelle geht später kein Keimen Absicht, sie bei den Moosen zuerst ein fadenförmiger Vorkeim mit begrenzten Längenausdehnung hervor, auf welchem die vollkommene Geschlechtspflanze haben ein Zeitenfrucht erfolgen. Bei einigen Arten sind die Geschlechter auf verschiedene Stämme vertheilt,

Internet Geoglyphs

aber **Chara crinita**, die in Brackwaſſer an der Nord- und Oſtſee, ſowie in ſchwachſalzigen Seen Deutſchlands und Skandinaviens nur in weiblichen Pflanzen vorkommt, reift nichtsdeſtoweniger ihre Doſporen, und erzeugt Nachkommen, die alſo einen Fall von Jungferngeburt (Parthenogeneſis) vorſtellen. Die dauerbaren Eiſporen von Characeen finden ſich ſchon in ältern Erdſchichten, z. B. im Muſchelkalk.

Man kann im Allgemeinen behaupten, daß das Meer ſeine geſtaltende Macht, ſoweit ſie das Pflanzenreich betrifft, in der großen Familie der Algen erſchöpft habe. Denn ſeit jenen wohl unendlich zurückliegenden Zeiten, in denen die vollkommenſten Tange vollendet waren, ſcheint dieſe Bildungskraft zu ruhen, und man kann als ſicher behaupten, das Meer wäre nie im Stande geweſen, Stamm- und Blüthenpflanzen auszubilden. Während das ſüße Waſſer ſelbſt von den höchſt entwickelten Pflanzenformen, die wir kennen, beſucht wird, wagen ſich höchſtens in das Brackwaſſer der Flußmündungen und Küſten einzelne Blüthenpflanzen niederer Art. Sie kehren dann häufig im anatomiſchen Bau zu einer einfacheren Organiſation zurück, und in einigen wenigen Fällen nimmt ſogar der Blumenſtaub wieder die fadenförmige Geſtalt der männlichen Befruchtungszellen vieler Algen an, wie die Walthiere in ſo vielen Aeußerlichkeiten den in der allgemeinen Organiſationshöhe tief unter ihnen ſtehenden Fiſchen ähnlich werden. Das ſogenannte Meergras, welches man zum Ausſtopfen und Verpacken benützt, gehört zu dieſen pflanzlichen „Najaden“. Die Algenfamilie giebt, wie die meiſten Organismen, einen Beweis für den Erfahrungsſatz, daß es im Weſentlichen die äußeren Lebensbedingungen geweſen ſind, welche das im Urprotoplasma ruhende Vermögen, Geſtalten aller Art fortſchreitend zu bilden, entwickelt haben: nachdem das Meer alle ſeine Künſte entfaltet, mußten die Gegenſätze des Feſtlandes den Samen umherſchwingen, um das Leben, welches das Meer nicht über eine gewiſſe Stufe der Vollendung bringen konnte, weiterzuführen. Es befriedigt ſein Vermögen, in der Hervorbringung von Rieſengeſtalten, die überall in der Erdgeſchichte den Ausdruck eines Höhepunktes enthalten. Wir wenden uns nunmehr zu der Betrachtung der viel größeren Thier-Mannigfaltigkeit, welche im Waſſer ihren Urſprung genommen.

VII.

Das Reich der Einträchtigen.

(Pflanzenthiere.)

Denn zum Wachsthum wäre die Zeit nicht nöthig den Dingen
Nach dem befruchteten Keim, wofern aus Nichts sie erwüchsen.
Plötzlich würde zum Jüngling das Kind, es schöss' aus der Erde,
Plötzlich entstanden der Baum, dergleichen doch nimmer geschiehet.

Lucrez, I, 181 ff.

Um unsere Kenntniß der ersten Schritte, welche der thierische Organismus in grauer Vorzeit gethan hat, würde es übel stehen, wenn wir sie aus den auf unsere Tage gekommenen, direkten Spuren derselben ableiten sollten. Denn die Mehrzahl der niedersten Thiere hatte, eines kräftigen äußeren oder inneren Skelettes entbehrend, auch nicht die geringste Anlage, ihre Körperform für eine spätere Forschung in den Archiven der Natur aufzubewahren. Wenn wir gleichwohl jene Vorgänge in der Morgendämmerung der Schöpfung zu schildern unternehmen, als ob wir dabei gewesen wären, so kann dies nur in allgemeinen Umrissen und auf Grund der in dem Kapitel über die Naturphilosophie näher erörterten Lehre geschehen, nach welcher sich in der individuellen Entwicklung der heutigen Lebewelt die Vorgänge der Urschöpfung in abgekürzter Form wiederholen müssen. Denn wie die Löwen sich heute aus unscheinbaren Anfängen durch viele Verwandlungen im Mutterleibe langsam bilden müssen, so können sie ursprünglich noch viel weniger, der Milton'schen Phantasie folgend, unmittelbar und ohne Vorstufe dem Wüstensande entsprungen sein. Die heutige beschleunigte Entwicklung ist als Nachbild des ehemals in unendlichen Zeiträumen vor sich gegangenen Werdeprocesses die ewig fortdauernde Bestätigung des Geschehenen.

Wie aus dem in allen seinen Theilen gleichartigen Schleimklümpchen, welches man dieser Einfachheit wegen Moner nennt, durch Abscheidung eines Kernes die nackte Zelle oder Amöbe entsteht, haben wir früher gesehen und dabei erfahren, daß alle höheren Lebewesen aus solchen Zellen zusammengesetzt sind, und zwar die Pflanzen aus mehr selbständig bleibenden, die Thiere aus stärker verschmelzenden von einander abhängigen Zellen.

Aber auch heute noch muß jede Pflanze und jedes Thier seinen Lebenslauf als einfache und ursprünglich nackte Zelle beginnen, ein erst spät verstandener Fingerzeig, daß sie ursprünglich sammt und sonders von einer solchen einfachen Zelle abstammen. Im Beginne der laurentischen Zeiten krochen oder schwammen diese Urzellen zunächst wohl alle, wie es einige noch heute thun, einsam im Urmeer umher, aber schließlich ergab sich, daß es seinen Vortheil habe, sich nach der Zelltheilung nicht von einander zu trennen, sondern mit vereinten Kräften den Kampf ums Dasein aufzunehmen. Es entstanden aus der einfachen Amöbe durch wiederholte Theilung (Furchung) 2, 4, 8, 16, 32 u. s. w. Zellen, eine Amöbengemeinde (Synamöbe), die einen zusammengesetzten kugel- oder eiförmigen Körper (Fig. 126 E) bildete.

Auch jetzt noch leben, wie wir S. 201 und 225 sahen, im Meere wie im Süßwasser solche Urwesen und Pflanzen, die nur aus einer losen Gemeinschaft, einem Cönobium unter sich mehr oder weniger gleichartiger Zellen bestehen, die noch keine eigentliche Arbeitstheilung herausgebildet haben, und auch in der Entwicklung der meisten niedern und höheren Thiere folgt eine solche, wegen ihrer Aehnlichkeit mit einer winzigen Maulbeere Morula (Maulbeerkeim) getaufte Entwicklungsstufe, nachdem sich die ursprünglich einfache Eizelle durch wiederholte Zweitheilung zu einem Häufchen gleichförmiger Zellen vermehrt hat. Die Allverbreitung des Auftretens dieser und der weiter zu erwähnenden Gestalten in der Entwicklungsgeschichte der verschiedensten Thiere giebt uns einen starken Grund für die Annahme einer gemeinsamen Abstammung der gesammten Thierwelt aus gleichen oder ähnlichen Anfängen, die man als Moraea-Stufe bezeichnen kann.

Dadurch daß sich inmitten dieser Zellengemeinschaft Flüssigkeit sammelte, und die ursprünglich einen dichten Haufen bildenden Zellen zu einer von einer einfachen Zellenlage gebildeten Blase auseinandertrieb, entstand das Urbild der zuerst von dem Vater der Entwicklungsgeschichte Ernst von Baer gewürdigten Keimblase (Fig. 126 G), die in den frühesten Jugendzuständen von Pflanzenthieren, Würmern, Muscheln und Wirbelthieren gleichmäßig wiederkehrt. Sie ward Blasenkeim (Blastula), Planula oder auch Flimmerlarve genannt, weil die Zellenblase nach außen Wimpern oder Flimmerhaare hervortreibt, um sich mit Hilfe dieser Ruder, wie eine Galeere, schnell vorwärts zu bewegen. Auch diesem Nachbilde einer muthmaßlichen älteren Stammform (Blastäa) ähnliche „Kugelthierchen" findet man vielfach im salzigen und süßen Wasser. Aber während diese unvollkommenen Wesen sich in ihren späten Verwandten noch mit einem einfachen Kreislauf begnügen, schritt der uranfängliche Entwicklungsproceß unaufhaltsam weiter. Noch war von einer wirklichen Arbeitstheilung unter den einzelnen gleichwerthigen Gliedern des Zellstaates nichts merkbar; diesen wichtigen Fortschritt bethätigte erst das nächsthöhere Urthier, das in einer späten

Verrichtungen erfüllen und von Zellen in seiner physiologischen Bedeutung groß gewachsen Magen- oder Darmrohr, die Muskeln.

In dem Verständigungsorgan unter unseren Tieren beobachtet man, wie bei dem niedrigen Menschen ein ganz ähnliches Gewirr von grobmaschiger Umflechtung erhält, wie immer mehr, wenn also neue Zellen sich zwischen einen weiteren, sehr geeigneten Grundstock gebreitet hat. (Fig. 126 F B) Kunststoffe wenn sie so hoffnungsvoll sich entwickeln, wie der Mensch, sind sie ein Zeichen für Zellenreichtum, gesteigerte Leistungsfähigkeit, Zellenreichtum, der Tiere mit einer besonderen Leistungsfähigkeit, der Tiere mit einer besonderen Leistungsfähigkeit, der Tiere mit einer besonderen Leistungsfähigkeit

vorstellt, mit der Außenwelt in Verbindung steht. Häckel denkt sich den Vorgang so, daß die einschichtige Zellengesellschaft einer Blastäade angefangen haben mag, eine bestimmte Stelle der Oberfläche vorzugsweise der Nahrungsaufnahme zu widmen. Da es für diesen Zweck günstiger sein mußte, wenn diese Stelle etwas geschützt lag, so bildete sich allmälig durch natürliche Züchtung ein Grübchen, welches im Verfolg dieses Vorganges immer mehr sich vertiefte und, indem sich die Ernährungsfunctionen ganz hierher zurückzogen, zu einem vollkommenen Magen wurde.

Es ist vielleicht keine hochpoetische Wahrheit, welche das Studium der Entwicklungsgeschichte hiermit an den Tag gebracht hat, dieses Forschungsergebniß, daß das erste Organ, welches sich in der thierischen Natur ausbildete, eine Art Magen oder Darmröhre, der Urmagen (Progaster oder Archenteron) gewesen ist. Diejenigen aber, welche bedenken, daß der Hunger heute noch das vornehmste und am gebieterischsten seine Befriedigung fordernde Bedürfniß des thierischen Daseins und die Nahrungsaufnahme die Vorbedingung alles Wachsens und Gedeihens ist, werden die Sache begreiflich finden. Sie werden sich mit diesem prosaischen Anfang um so eher versöhnen, wenn sie die berühmte Fabel des Agrippa von dem Streite zwischen Magen und Gliedern beherzigen und sich erinnern, daß oft die besten Handlungen mit dem befriedigten Magen zusammenhängen, und daß ein hungriger Mensch ein mürrischer, unter Umständen schlechter Mensch ist. Es sei fern von uns, gleich jenem Cyclopen des Euripides, den Magen zu vergöttern und ihn als den edelsten Theil hinzustellen, jedenfalls war er das nothwendigste Organ des thierischen Körpers, die Vorbedingung weiterer Entwicklung; daher betrachtet Häckel auch nur diejenigen Lebewesen, welche in ihrer Entwicklung bereits über den Zustand des doppelten Keimblattes (Gasträa-Stadium) hinausgelangt sind, als echte Thiere (Metazoen); alle übrigen werden von ihm zu den Urwesen (Protozoen) gerechnet. Wir sehen hier eine vollkommene Parallele mit der Entwicklung im Pflanzenreiche, wo jener ganze unermeßliche Zeitraum, in welchem das Meer die Algenfamilien hervorbrachte, mit der Ausbildung des pflanzlichen Magens, des Laubes, vorzugsweise beschäftigt war. Damals war die Pflanze ganz Magen, und ebenso war es auch jenes Wesen, welches wir als das erste wirkliche Thier betrachten können, die Gasträa. Und gleich hier macht sich jener wichtigste Unterschied der Thiere in der Centralisirung der Thätigkeit bemerkbar; die Pflanze schafft sich unzählige Verdauungshöhlungen, das Thier eine einzige, aber ihr werden alle Glieder unterthänig und aus ihren Bedürfnissen werden wir das edelste hervorgehen sehen, was die Natur geschaffen, das Denkvermögen.

Ein freibewegliches Wasserthier, welches die Gestalt jener Gastrula als sein höchstes Entwicklungsziel auf die Nachwelt gebracht hätte, ist bis jetzt der Naturforschung nicht bekannt geworden, dagegen folgt die Gestalt der Darmlarve in der individuellen Entwickelung der verschiedenartigsten niederen

Thierarten bis zu derjenigen der Wirbelthiere hinauf, mit einer solchen Regelmäßigkeit auf diejenige der Flimmerlarve (Blastula), welche noch heute ihre Vertreter in der Lebewelt hat, daß man auf ihre Stammmutterwürde mit großer Wahrscheinlichkeit zurückschließen kann. (Fig. 127) In der Entwicklungsgeschichte der höheren Thiere fehlt diese Form in ihrer charakteristischen Ausprägung, nach dem später zu erläuternden Gesetze der

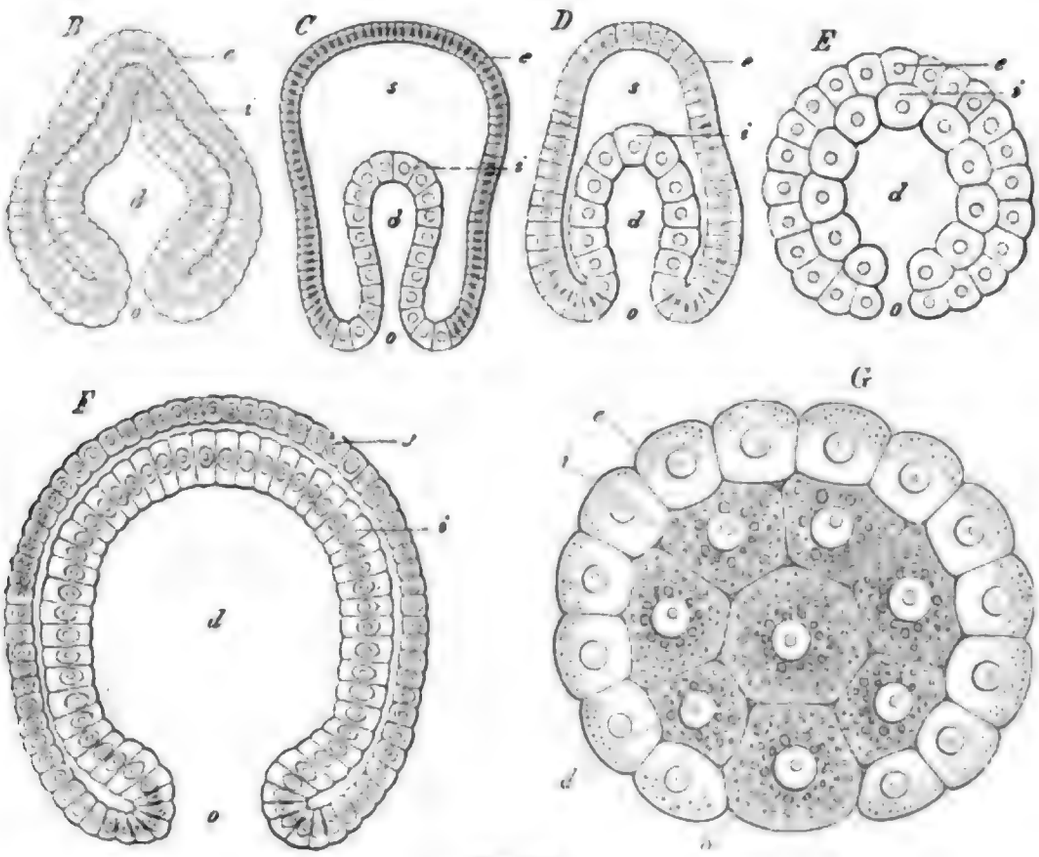


Fig. 127.
Gastrula bei Thieren aus den fünf übrigen Haupt-Abtheilungen des Thierreiches.
B Pfeilwurm. C Seestern. D Krebs. E Schnecke. F Lanzettthiere. G Kaninchen. In allen Figuren bedeutet: e Hautblatt (Exoderm), i Darmblatt (Entoderm), d Urdarm, o Urmund, s Furchungshöhle.

abgekürzten Vererbung, mitunter der besonderen Form, niemals aber dem Werthe nach, denn stets gehen aus der Keimblase zunächst zwei Zellenschichten hervor, das innere vegetative Keimblatt (Entoderm), welches, wie das Innere der Gastrula, die ernährenden Gewebe und Organe aus sich heraus bildet, und das äußere oder animale (Exo- oder Ectoderm), aus dem die Bewegungs- und Sinnesorgane entstehen. Wie bei der individuellen Entwicklung eines jeden Thieres, so sind auch in der Stammesgeschichte des Thierreiches Haut und Magen die beiden ältesten Organe. Eine abgeleitete Gastrulaform sehen wir in Fig. 127 G, wobei Urdarm und Urmund durch je eine Entodermzelle ausgefüllt werden.

Da die Gastrula somit in der Entwicklungsgeschichte aller Thierkreise

vorkommt, so haben wir guten Grund, in ihr das Nachbild einer gemeinsamen Mutterform derselben zu erkennen, obwohl einzelne Zoologen von dieser sogenannten Gasträa-Theorie Häckels nichts wissen wollen und sich unter Verzicht auf ursächliche Erklärung bei der Vorstellung beruhigen, daß sich die Zellen-Schichten eben verdoppeln mußten, wenn aus einschichtigen mehrschichtige Zellkörper entstehen sollten. Am lehrreichsten für den heutigen Forscher ist es, das Auftreten dieser mit ihren langen Flimmerhaaren lebhaft im Wasser umhertreibenden Larve in der Entwicklungsgeschichte zweier, sie nur ein Weniges in ihrer Organisation überragenden Thierklassen der heutigen Lebewelt, nämlich bei den sogenannten Gasträaden und den niedern Würmern, zu beobachten. Es sind die Grundformen der beiden Hauptgruppen des Thierreiches, die Ahnen der sogenannten Pflanzenthiere einerseits und der übrigen Thiere andrerseits, die wir als nächste Abkömmlinge des Urdarmthiers zu betrachten haben. Bei den Pflanzenthieren, zu denen die Schlauchthiere, Schwämme, Polypen, Korallen und Medusen oder Quallen gerechnet werden, setzt sich die Darmlarve, nachdem sie eine Zeit lang im Meere umhergeschwommen ist, mit ihrem dem Munde entgegengesetzten Ende des eiförmigen Körpers, welches im Schwimmen immer voran ging, auf dem Boden des Wassers fest, zieht die äußeren Flimmerhaare ein und entwickelt dafür solche in der Magenhöhlung. Häckel hat mehrere solcher festgewachsenen „Gasträaden der Gegenwart" beschrieben, kleine, 1—3 Millimeter lange Schläuche, die den Bau der Gasträa zeigen, wobei indessen eine Verschmelzung der äußeren Zellen und Bedeckung derselben mit allerlei harten Stoffen und Schutzmitteln stattfindet. Bei Haliphysema primordiale (Fig. 128) ist das Hautblatt am Fuße mit

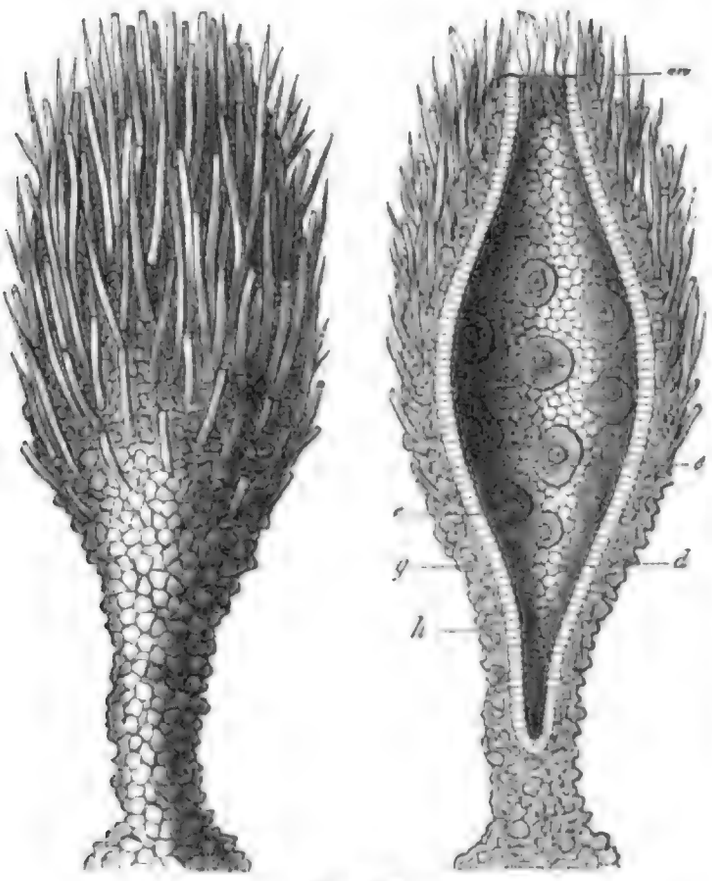


Fig. 128.
Haliphysema primordiale nach Häckel, von außen und im Längsschnitt. d Urdarm, m Urmund, h Hautblatt, g Wimperzellen des Magenblattes, e amöboide Eichen.

Hautschichten, der obere Theil mit langen Schwammnadeln gespanzert, die wie Stoßpanzerlatten mundwärts liegen, bei H. echinoides (Fig. 129) ist der ganze Körper mit sehr- und morgensternförmigen Schwammnadeln gerüstet, während sich H. globigerina (Fig. 130) begnügt, ihren Schleim

Fig. 129.

Halisphaera echinoides. α_1, α_2 Geißel. Bei Halisphaera globigerina nach Geißel. α_1, α_2 K Anfang der Geißeln wie in voriger Figur. Globigerina. U Centralkern. T Vacuolen. E H und U Nadelschalen.

Fig. 130.

mit den unter dem Mikroskope sehr zierlichen Formen gegossen. Globigerinen der Tiefseeschlammes einpanzern und aufgeschwärmt. Die kleine Geißelschaar war im Stande sich, geringe Bewegungen auszuführen, so ist es bei der offenbaren Nutzzahl, die sie bei ihren „Anflügen der Kunst, sich mit fremdem Federn zu schmücken", üben, um so schwerer begreiflich, daß bei blos ohne Hände und Werkzeuge vermögen. Die Flimmergeißeln ihres Inneren erregen im Leibigen einen beständigen Wasserstrom, der ihnen Athemluft und Nahrung zuführt. Bei ihnen findet eine formere Arbeits-

Digitized by Google

theilung statt, die Bildung männlicher und weiblicher Zellen in der inneren Zellenschicht, die, ihren Inhalt vereinigend, zuerst auf geschlechtlichem Wege im Thierreiche befruchtete Keimzellen erzeugen, die in der Magenhöhle geboren, vom Munde ausgeworfen, die Entwicklung von Neuem beginnen. Während die echten Protisten und Vorfahren der Gasträa sich durchweg auf ungeschlechtlichem Wege durch Zellentheilung, Knospung oder Kopulation fortpflanzten, begann bei den Ahnen der Pflanzenthiere zuerst die Liebe ihre Rechte geltend zu machen, ohne freilich diese niedern Wesen so zu tyrannisiren, wie sie es später (und in der Menschenwelt nicht im geringeren Maße) that. Jene unvollkommenen Thiere waren, wie wir sehen, Hermaphroditen, d. h. sie vereinigten beide Geschlechter in demselben Individuum, ein Verhältniß, welches meistens im Thierreiche einem niedrigeren Entwicklungsgrade, oder bei festwachsenden Thieren, die sich nicht zu einander bewegen können, einem Nothstande entspricht, wie es ja auch klar ist, daß die Vertheilung des Fortpflanzungsgeschäftes auf zwei Personen eine vollkommenere Erfüllung der erforderlichen Leistungen ermöglichen muß. Die Festsetzung einzelner Gasträaden auf dem Meeresboden war ferner ein Akt von bedeutsamen morphologischen Folgen. Alle niedriger stehenden Thiere, die diesem vor Entwicklung weiterer Organe vor Anker gegangenen Lebewesen ihren Ursprung verdankten, erwarben dadurch für ihre später ausgebildeten Gliedmaßen eine regelmäßig strahlenförmige (actinote) Anordnung um die Mundöffnung, die dabei als Mittelpunkt gedacht werden muß, wie wir bald weiter sehen werden.

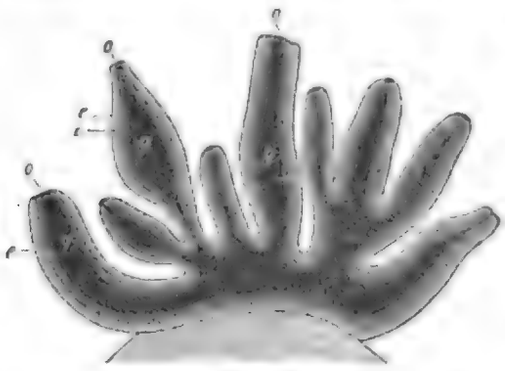


Fig 131.
Kolonie eines niedern Kalkschwammes (Olynthus) in schematischem Durchschnitt. e Hautblatt, i Magenblatt, g Darmhöhle, o Mund. Nach Häckel.

Diesen Gasträaden außerordentlich nahe scheinen die Schwämme zu stehen, deren Jugendzustände ihnen der Form nach beinahe gleich sind. Aehnlich den buntgefärbten Pilzen im Waldesdunkel gewahren wir in der dämmernden Tiefe des Meeres eine vielgestaltige Schaar von Knollen, blattartigen Lappen, Schalen, Pokalen, Schirmen u. s. w., fast durchweg mit lebhaften Farben geschmückt. Wir könnten zweifelhaft sein, ob wir in ihnen wirkliche Mitglieder des Thierreiches vor uns haben, oder ob sie in jenes unbestimmte Protisten-Reich zu verweisen wären, in welchem der Unterschied zwischen Thier und Pflanze noch nicht hervorgetreten ist und thatsächlich haben einige neuere Schwammforscher, wie Yves Delage (1898) die Trennung der Schwämme von den Pflanzenthieren gefordert, weil sie sich durch den Besitz sogenannter Hals- oder Geißelzellen näher gewissen Protisten (Choanoflagellaten) anschlössen, auch durch den Mangel von Nessel-

gestalten und den übrigen Pflanzengliedern verschieden sein. Allein wie wir sehen, sind sie, gerade so wie die andern Pflanzenglieder und alle höheren Tiere, aus einer Gastrulaform hervorgegangen, und alle sind von ihnen zu erwarten sein dürften. Allerdings ist ihre fernere Entwicklung eine andere, wie bei den übrigen Pflanzengliedern, und es bleibt sogar, als ob bisweilen Zellen, die doch das Querblatt bilden, hier nach innen gedrängt meinen, während die verbauenden Zellen (Magendrüsen) die äußere Oberfläche bekleiden, so daß hier Schwämme ein gewisses Thiere als ursprüngliche Pflanzenglieder zu betrachten wären, und die entsprechenden Begründungen zum Fig. 101 angeführt werden müßten. Indem wir bleibt noch nicht völlig ausgemachte Verhältnis zunächst auf sich beruhen, so müssen wir doch gestehen, daß auch in der letzteren Einordnung der Schwammthiere einer Absicht, sie als ursprüngliche Pflanzenglieder zu betrachten, kein, wenn man nämlich den Bau der übrigen Thiere als Maßstab nimmt. Denn die vorher meinter beweglichen Larve legt sich nicht nur auf einer Klippe fest und entbehrt ihre Bewegungsorgane, sondern gleist sogar den Vorrhalt bei geschlechtlicher Fragen meinen und, indem sich in der bequemen Festanwendung befinden gallreiche Formen bilden, die einen unmittelbaren Anknüpfen bei Jugleich mit der Zeugungsfähigkeit ermöglichen. Durch Sprossung vermehren sich die Festformen zahlreich und ganze Strecken des Meeres sind dicht darauf von ihnen in Beleg gewonnen (Fig. 191). Die Bildung der Poren, durch welche das Wasser auf den Nahrungsstrom eingeschleust wird, um auch der Ausgestaltung weiter ausgebildet zu werden, gibt übrigens in der mannigfachsten Weise zur Art und der schönsten Abwechslung (Fig. 192 darf nur als ein Einzelnbeispiel betrachtet werden. Wie die der wenigen Fugen analoge Entwicklung anderen soll, übrigens die Nahrungsreste den neuen Hauptblatt einbauen nur noch die weiteren Atome der Kanäle, die sich dann

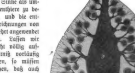


Fig. 191.
Nützgruppen einer Kalkschwamm (Sycandra), in Querschnitt, a Mittelschwamm, d Darmhöhle, c Mund.

Digitized by Google

feiner veräſteln, um ein oft ſehr zuſammengeſetztes Kanalſyſtem zu bilden. Man wird an die Spaltöffnungen der Pflanzen erinnert und wirklich hat dieſe Ernährungsweiſe durch beinahe paſſive Aufnahme der ernährenden Stoffe aus dem umſtrömenden Waſſer, ſowie das Fehlen eigentlicher Sinnesorgane viel Pflanzenartiges.

Die älteſten Schwämme mögen weiche gallertartige Schläuche geweſen ſein, von der Form des in Fig. 131 abgebildeten Olynthus, wie wir ihnen noch heute in den ſkelettloſen Schleim- und Fleiſchſchwämmen unſerer Meere begegnen. Wir können dafür keine Zeugen anführen, da ſich von den Angehörigen der Gallertſchwämme (Myroſpongien) und Hornſchwämme (Ceratoſpongien) der ältern Zeiten höchſtens rundliche Knollen erhalten haben, die keine näheren Beſtimmungen erlauben. Die letzteren haben durch Bildung eines feſten Skelettes aus Hornfaſergeflecht ihr Kanalſyſtem widerſtandsfähiger gemacht, wie z. B. der bekannte Badeſchwamm, deſſen Gerüſt wir zum Waſchen gebrauchen und den die Abbildung (Fig. 133) in voller Lebensthätigkeit zeigt. Es iſt dies die gewöhnliche Entwicklungsfolge, der man in allen Verzweigungen der Lebewelt begegnet, daß ſich nämlich urſprünglich ſkelettloſe Weſen allmählich durch Ausſcheidung härterer organiſcher oder mineraliſcher Beſtandtheile gegen äußere Angriffe und Unbilden ſchützen. In der anſcheinend etwas jüngeren, aber doch bis zur Primärzeit (ins Devon) verfolgbaren Familie der Kalkſchwämme (Calciſpongien) lagern ſich in der äußern Schicht ſehr zierliche, gewöhnlich ſternförmig gruppirte Kalknadeln ab, die ſich zuletzt zu einem dichteren Netzwerk vereinen (Fig. 134). Die ältere Familie der Kalkſchwämme, Köcherſchwämme (Pharetronen), die ſich durch alle Schichten bis zur Kreidezeit verfolgen laſſen, erloſchen damals und machten den jüngeren Kalkſchwämmen (Leukonen, Sykonen und Askonen) Platz, von denen die erſteren ſich den älteren Formen anſchloſſen. Bei den Kieſelſchwämmen ſind es Kieſelnadeln, wie wir deren in Fig. 128—129 geſehen haben, und dieſelben bilden in einzelnen Fällen glasartig klare Netzgeflechte von überraſchender Schönheit. Mitunter wachſen dieſe Kieſelnadeln zu einem mehrere Zoll langen Borſtenbündel aus, wie bei dem ſchon oben (S. 129) erwähnten japaniſchen Glasſchwamm (Hyalonema Sieboldtii), welchen die Tiefſeeforſchungen der Neuzeit als einen weit verbreiteten Bewohner der von keinen Stürmen getrübten Tiefen der

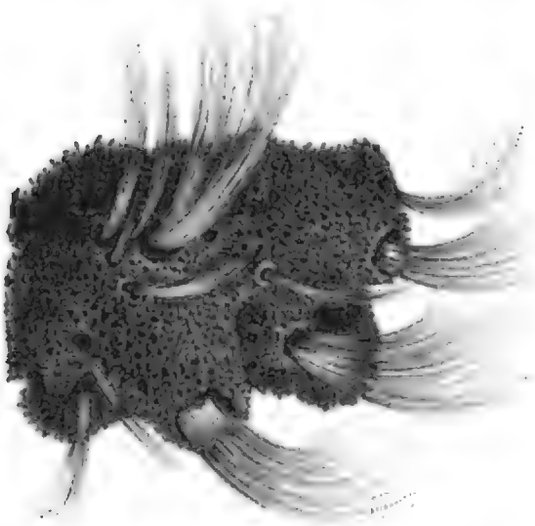


Fig. 133.
Ein Stück Badeſchwamm vergrößert.

Weltmeere nachgewieſen haben. Man kann ſich leicht vorſtellen, daß die mit den ſpitzigen Nadeln erfüllten Schwämme ſowohl ein weniger geſuchtes Nahrungsmittel für andere Thiere abgaben, als ſonſtigen Angriffen beſſer widerſtanden, und ſo erklärt ſich ihre Häufigkeit genügend. Die Kieſelſchwämme, welche ſchon immer Tiefſeeformen waren und daher als Foſſile ſprunghaft vorkommen, haben ſchon in der Primärzeit durch loſe Nadeln, die den Ein- und Vierſtrahlern (Monaktinelliden und Tetraktinelliden) angehören, ihre Spur verrathen, woraus die Steinſchwämme (Lithiſten)

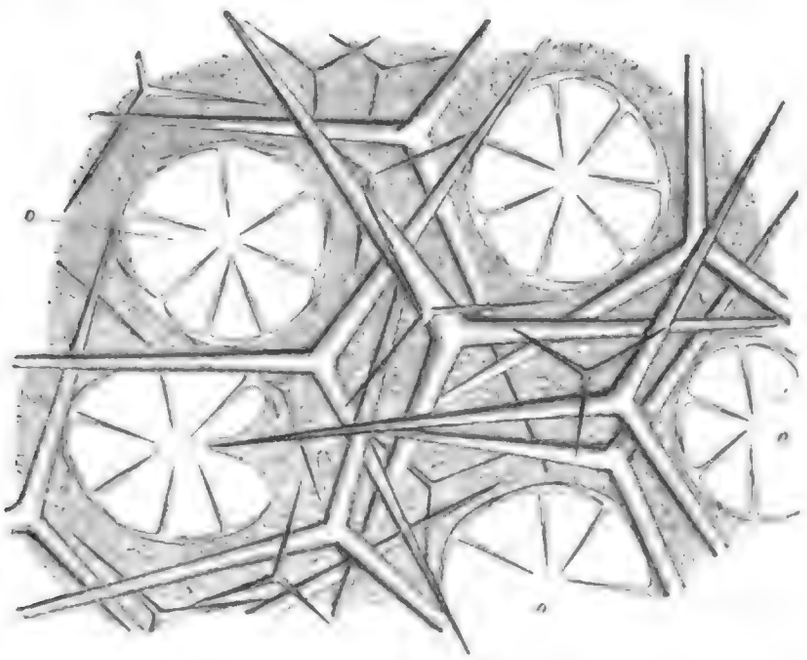


Fig 134.
Stück der Körperoberfläche eines Kalkſchwamms (Sycaltis perforata) vergrößert. Nach Häckel.
o mit einem Nadelkranze umgebene Hautporen.

und Sechsſtrahler (Heratinelliden) in der Kreidezeit ihren Höhepunkt erreichten und als Spongitenkalk zu ganzen Bergen aufgehäuft gefunden werden.

In den äußeren Formen iſt bei dieſen ein rein vegetatives Leben führenden Thieren ein beſonderer Fortſchritt nicht wahrzunehmen, und wenn man von den Veränderungen ihrer Skelettkörper abſieht, darf man in ihren Reihen kaum nach einem Aufſteigen zu höher gegliederten Formen forſchen. Immer wieder treten neben den unbeſtimmt knolligen und pilzförmigen Maſſen die becher-, pokal- und ſchalenförmigen Geſtalten auf, die wir dem Leſer in drei Vertretern aus der Kreidezeit (Fig. 135, 136, 137) vorführen und denen man auch in der Jetztwelt vielfach begegnet. Wendet man ſich indeſſen von den, verſchiedenen Hauptzweigen des Grundſtammes entſprechenden Familien zu den Arten, ſo begegnet man einer ſolchen Wandlungsfähigkeit, daß die genaueſten Kenner derſelben erklären, von ſo-

gemeinsamen guten Arten, d. h. sich abgrenzbaren Formen, wie man sie bei anderen Insekenen antrifft, können sie ihnen gar keine Rede bieten. Cholodkowsky, einer ihrer gewiegtesten Kenner, begründete sein Unterfangen deshalb für einen der besten Mittel, um mitgemachte und möglicherweise Mutationsfolge zur Umwandlungsfähigkeit zu bestimmen und glaubte sich dem Ziele durch sein bestehen Kunstschaumen-Individuum in verschiedenen gewonnenen Einzelfolgen hervorgerufen, doch sie dein gemeinschaftlichen Systematiker mit denselben Namen zu benennen gezwungen hätte. „Die ganze Naturgeschichte

Fig. 185. Cinara pinea. Kiefernlaus.

Fig. 186. Siphonella lichtensi.

Fig. 187. Callaphis juglandicola.

der Schmäuse", sagt dieser feinere Naturbeobachter, „ist eine gesammenhängende und lückenlose Beweisführung für Darwin".

Von diesen gelangenartig beschriebenen Gebilden der Tiefe erheben wir unseren Blick auf eine der Welt, welchen wohl allgemein unter der Oberfläche der Meeres einen prächtigen Anblick darbieten. Ein Landstrich grünen, fleischblättriger Pflanzen bietet eine Weide zu bilden, auf welcher zarte, zwiegliedrige, gelbe, oder bläulich angehauchte Thieren, von einer mächtigen Hülsung und Durchsichtigkeit der Kleide bilden. Ein unverschiedener Anderschlag und alle diese Thiere und Blumen sind in ihr verschwunden, was wir sehen möchte mehr als die zahlreichen Zweige einer Korallenbaut, aus welcher noch und nach, wenn wir uns ruhig verhalten, die grünen Blätter und farbigen Blumen wieder hervorblühen. Wir möchten auf diese lebhaften Thiere zu thun haben, allein wenn wir uns einige berühren

Digitized by Google

näher ansehen, so finden wir bald, daß wir auch hier noch nicht viel mehr, als einen etwas zierlicher und vollkommener ausgebildeten Magen vor uns haben, dessen mit einem Fühler- oder Tentakelkranz umhegter Magenmund allerdings sehr feinfühlig ist. Das wegen seiner Mundarme gleich den höheren Weichthieren Polyp genannte Thier der Korallenzweige (Fig. 138) geht ebenso unmittelbar aus der irgendwo im Meere angesiedelten Gastrula hervor, wie das Schwamm-Individuum, und ist möglicherweise trotz der soviel schmuckeren Tracht ein nur etwas höher gediehener Bruder desselben. Oder mit anderen Worten, die Stammmutter des Polypen-Geschlechtes war derjenigen der Schwammthiere vielleicht auf's Nächste verschwistert. Ein trennender Unterschied aber, der sich schon früh geltend gemacht haben muß, liegt in der Ausbildung kleiner, mit ätzender Flüssigkeit angefüllter Bläschen, der Nesselkapseln, die an Fäden hervorgeschnellt werden, und sich zur Lähmung von Beutethieren, die dem Magenmunde zu nahe kommen, ausgezeichnet wirksam erweisen, aber den Schwämmen durchweg fehlen. Da diese Nesselkapseln sämmtlichen übrigen Gruppen der Pflanzenthiere zukommen, so deuten sie vielleicht darauf hin, daß die auch sonst abweichend genug gebauten Schwämme, denen sie fehlen, als Angehörige eines vollständig gesonderten Zweiges der niedersten Thiere zu betrachten sind.

Fig. 138.

Kleiner am Felsen hängender Stock der rothen Edelkoralle (Eucorallium rubrum) mit den sternförmigen weißen aus den rothen Zweigen hervortretenden Polypen in natürlicher Größe. Darunter ein Zweigstück mit einem Einzel-Polypen schwach vergrößert.

Die zweifellosen Angehörigen der Pflanzenthier-Familie, die Polypen, Seerosen (Aktinien), Korallen und Quallen lassen sich dann ziemlich ungezwungen von dem Typus eines polypenartigen Thieres ableiten, welches jene Nesselzellen besaß, und von dem sie die Angehörigen der andern Gruppen sämmtlich ererbt haben. Dieser Urpolyp (Archihydra) der ältesten Meere war vermuthlich unserem durch Trembley's Versuche über sein Reproductionsvermögen so berühmt gewordenen Süßwasser-Polypen (S. 155) ziemlich ähnlich, obwohl er statt der sechs Arme nur deren vier gehabt haben mag. Dieses Geschlecht übte also anscheinend seit den ältesten Zeiten

jenes künstlichste Handwerk, welches Millionen Jahre früher als Netzen, Spinnen und Bauen auf dem Festlande neu aufzutauchen. Wenigstens haben es alle seine Nachkommen, so verschieden sie sonst geartet sein mögen, die unfehlbaren Augenflecken der Schmetterlinge und Blumen der Tiere, die schimmernden Polypen der Korallenzweige und Seefedern, Schuppenpanzern und Tuchern alle Hornflimmerchen gleichmäßig von ihm überkommen. Man vermag sie mit einem zusammenwellenden Rasenrasf nach ihren Aeußern auch Blumenhirse (Rotatorien) oder Netzlichter (Philodinen).

Fig. 104.
Rundfüßler einer Gesellschaft, von der vorne links Vorgeschilderten zu zeigen, wie krumm und die Füßen sichelen sie. Die beiden Tierchen sind Pflanzentiere.

Alle Hydrozoenpolypen beziehungen man sonst eine Reihe von Moostierpolypen, bei denen jede Hornwimpern Tieren zu beobachten, von ihnen abgeschnittenen Teilen wachsen, die ernähren einfach kleben, einer sich Fressack- und Nebenzahl wiederholt, so daß zierliche Bildungen entstehen, die eine große Aehnlichkeit mit einem garten, an den Blütpflanzen Blumen tragenden Gewächse darbieten. In neuerer Zeit hat man diese Grenze noch ganz aufgehoben und mit den Moostieren vereinigt, weil sich die Polypen vieler Arten in Nebenzahlen ähnlichen und drei mit Moostieren verbrechen, so daß man bei ihnen ein polypoides und ein moosähnliches Stadium unterscheiden muß. Jedoch gleich es auch einzelne Arten, wie z. B. die Cornularien, die niemals Moostiere ergangen, und den Verbänden der Moostiere tiefstehen Arten bleiben solchen Formen gegliedert haben.

Digitized by Google

Von dem innern Bau der höherſtehenden Arten werden wir am leichteſten ein Bild gewinnen, wenn wir einen Blick auf Fig. 139 werfen, welche den Längsdurchſchnitt einer Gerardie darſtellt. Durch zahlreiche, gegen die Achſe der Leibeshöhle vorgeſchobene Einfaltungen der Magenwand werden ebenſoviele Magenfächer abgegrenzt, wie Mundarme vorhanden ſind, und zwar ſcheint der Stammvater des Geſchlechtes, deſſen Geſtalt deutlich erkennbar in der Entwicklungsgeſchichte vieler höheren Pflanzenthiere wiederkehrt (vergl. Fig. 149, Nr. 4) vier ſolcher Fangarme beſeſſen zu haben. Als ſich dieſe Armzahl in der Folge vermehrte, was bei den älteſten Korallenpolypen meiſt zu einem Multiplum der Vierzahl geführt hat, ſo daß man ihre Sippſchaft als vierzählige Korallen bezeichnet, vervielfachte ſich in demſelben Maße die Zahl der zwiſchen ihnen gegen die Mittelachſe vorgeſchobenen Magenſcheidewände. Wir können das noch jetzt erkennen, da ſich zwiſchen je zwei Scheidewänden, dem daſelbſt ſtehenden Mundarm entſprechend, eine Kalkleiſte abſonderte, die einen um ſo getreueren Abdruck der allgemeinen Grundform dieſer Thiere überlieferte, als den älteſten und größten Tentakeln ſtärkere Sternleiſten, den ſpäter zwiſchen denſelben eingeſchobenen jüngeren Armen, ſchwächere entſprachen. (Vergl. Fig. 140 u. 141). Die Verkalkung des Stammes und der Leiſten erfolgt dabei ähnlich wie bei den Kalkſchwämmen, durch Ausſcheidung anfangs getrennter Kalkkörperchen, die ſich nachher untereinander verbinden. Dieſem einfachen Bau entſprechend iſt die Ernährung eine ſehr eigenthümliche. Unmittelbar aus der Haupthöhle dringt bei dieſen Thieren der Strom nährſtoffhaltigen Seewaſſers durch vier oder mehr Magenſäcke in ebenſoviele Fühler, ſchwellt dieſelben an, und tritt, nachdem die Wandungen den Nahrungsſtoff deſſelben aufgenommen, entweder durch dieſelbe Körperöffnung, oder auch wohl in einzelnen Fällen durch beſondere Pforten wieder heraus. Man bemerkt deshalb gerade wie um die Oeffnungen der Schwammthiere einen beſtändigen Strudel um dieſe mit Armen verſehenen Polypen-Mäuler. Bei den Meduſen, die nach einem ganz ähnlichen Plane gebaut ſind, ſetzt ſich der Kreislauf der Magenflüſſigkeit in ein Syſtem engerer Kanäle fort, aber niemals iſt bei den Pflanzenthieren ein geſonderter Gefäßapparat vorhanden, in welchem eine erſt aus dem Magenſaft filtrirte Ernährungsflüſſigkeit (Blut) kreiſte; Ernährung, Athmung und Bewegung fallen noch zuſammen, die Fangarme ſelbſt ſind nur durch den Mageninhalt geſchwellte Ausſtülpungen der Magenhöhlung. Dieſem Mangel einer beſonderen, blutgefüllten Leibeshöhle

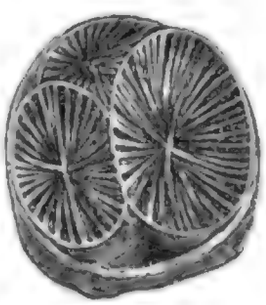


Fig. 140.
Stauria astraeiformis aus ſiluriſchem Kalkſtein von Gothland.

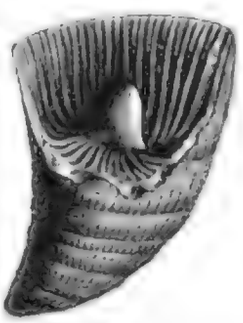


Fig. 141.
Cyathaxonia Dalmani aus den oberſiluriſchen Schichten.

(Cölom) oder vielmehr die Gemeinsamkeit des Raumes für Verdauung und Cirkulation hat den Pflanzenthieren den Namen der Cölenteraten verschafft, der aber wie die meisten solcher Namen insofern nicht völlig abgrenzend ist, als sich die niedersten Würmer in dieser Beziehung den Pflanzenthieren ganz ähnlich verhalten und also zu den Cölenteraten gezogen werden müßten, was wieder die Vereinigung morphologisch zusammengehöriger Formen und die klare Uebersicht stören würde.

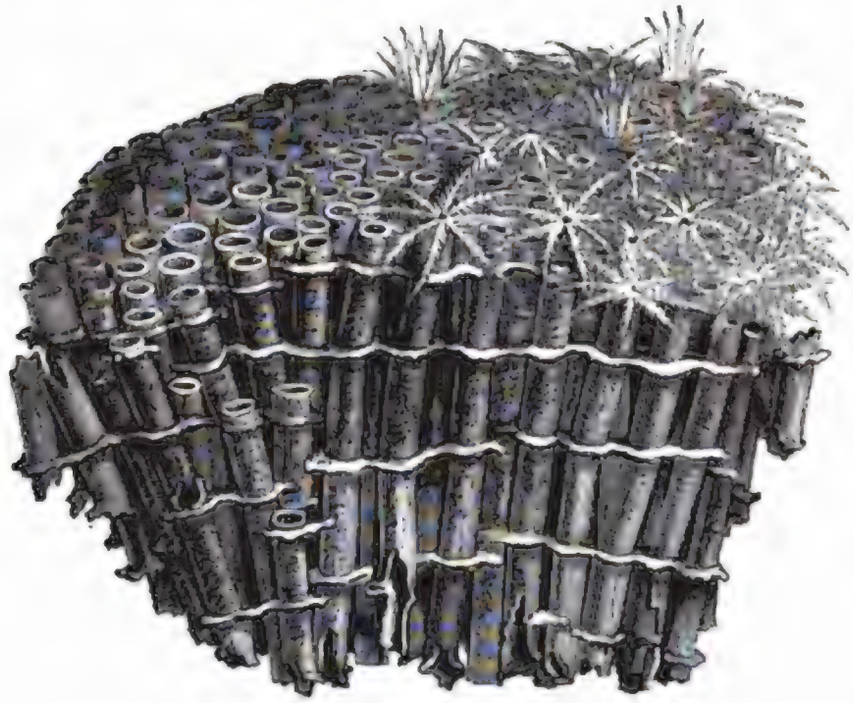


Fig. 142.
Orgelkoralle.

Die ältesten Polypen und Korallen waren anscheinend vielfach Einzelwesen und zeigten weniger Neigung, als diejenigen späterer Zeiten, durch unaufhörliche Sprossung und Verkettung der Nachkommen lebende Stammbäume zu bilden, bei denen das Alter der einzelnen Theile von oben nach unten zunimmt. Aber diese vierzähligen Gruppen- und Einsiedler-Korallen der silurischen Meere (Fig. 140 und 141) waren dafür ansehnliche Personen, die sich ohne Zweifel ebensosehr durch ihre Schönheit, wie durch ihre Gefräßigkeit ausgezeichnet haben. Die zarten, blumenblattartigen, oft wie aus Tüll oder einem noch zarteren Gewebe gebildeten Arme der Blumenthiere ziehen, was nur immer hinein will, in den unersättlichen Schlund. Einem Thier, welches nicht viel mehr vorstellen will, als einen ausgeputzten Magen, dürfte solche Gefräßigkeit zu verzeihen sein. Die eines festen Gerüstes entbehrenden See-Rosen, See-Anemonen und See-Nelken unserer Meere, diese ihrer Farbenpracht und Zierlichkeit halber vielbewunderten Meerblumen der Aquarien (vgl. die Farbentafel „Maskirung

bei Krebsthieren" mögen, von dem Zahlenverhältniß der Arme abgesehen, die Ebenbilder jener einfachen Runzelkorallen oder Rugosen sein, die in den ältesten Zeiten mit zahlreichen Arten die Uferklippen schmückten, aber schon in der Kreidezeit bis auf eine einzige Gattung ausgestorben waren. In den Cerianthiden haben anscheinend noch zwei weniger veränderte Arten dieser vierzähligen Urpolypen unsere Zeit erlebt und verrathen ihre tiefere Stellung unter ihres Gleichen auch dadurch, daß sie hermaphroditisch sind, während alle übrigen Korallenthiere den Fortschritt der Geschlechter-Vertheilung auf verschiedene Individuen zeigen. Natürlich geht bei allen diesen Thieren auch die Fortpflanzung vom Magen aus vor

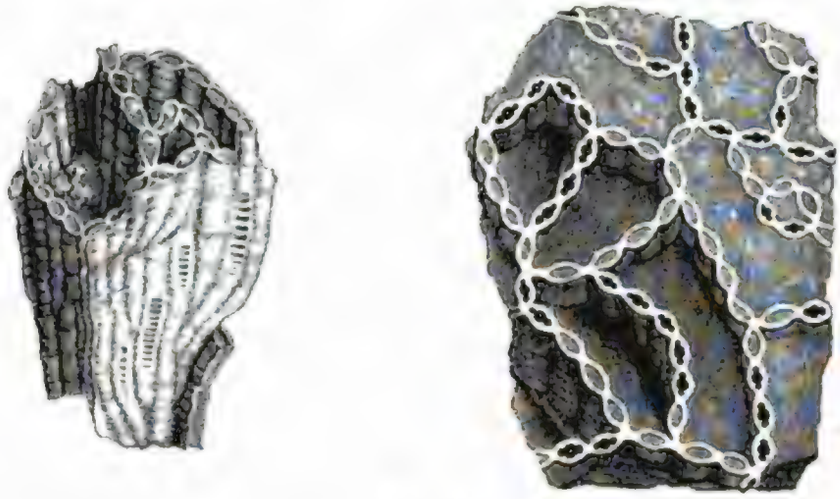


Fig. 143.
Kettenkoralle (Catenipora escharoides) aus dem obersilurischen Kalk Gothlands.

sich; die an den Sternfalten desselben gelegenen Geschlechtsorgane entleeren die Fortpflanzungszellen in Gemeinschaft der ausgesogenen Nahrungsreste.

Von den vierzähligen Korallenthieren der ältesten Zeiten, die ohne Zweifel der Grundform am nächsten standen, stammen die beiden auseinanderlaufenden Stämme der sechs- (oder zwölf-) strahligen Korallen als die ältere, und der achtstrahligen als die jüngere Linie ab. Sie bildeten zum Theil ursprünglich gar kein den Magenausstülpungen entsprechendes Sterngerüst aus, sondern begnügten sich, den einfachsten Hydroid-Polypen ähnlich, mit einem äußeren harten Futterale (Röhrenkorallen), welches zuweilen durch Querwände in mehrere übereinanderliegende Stockwerke getheilt wird (Orgelkorallen.) Von den letzteren leben noch einige wenige Arten (siehe Fig. 142); die Röhrenkorallen sind schon in der Steinkohlenzeit ausgestorben. Während die vierzähligen Korallen der Primordialzeit mit ihrem weitmündigen Sterngerüst wohl untereinander Gruppen bildeten, aber nur ausnahmsweise sich zu größeren geschlossenen Massen vereinigten, begannen die sechszähligen Nachkommen den Vortheil und die Stärke, welche in der Einigkeit liegt, früh zu be-

schlingen, und so kommen wir bereits in den Formenkreislicht einigen Netten vollkommener Rosetten, in denen zahlreiche Blütenspreiten zu einem langsam blühen manchmalen Ganz vereinigt sind. Besonders waren es die sogenannten Reiterrosetten (Fig. 143), kann aber namentlich Parenthesen (Verbrauchen-oder-Makeprocessen), deren Kelchanhängen mit feinen Ceffnungen überzogen sind, welche mit der Lebensdauer herrschend werden, und über deren Mittelpunkt eben (Z. 70 bis 78) ausführlich berichten wurde.

Die Verbindung der Rosettenpflanzen zu Bäumen oder Strauchgruppen vorgewiesen Blüthen, die auch ihren Blüthen eine in eigenartige Blüthenbeet verleihe, um alle Rosettenstand zu prangen, hatte eine eigenthümliche morphologische Umwandlung der aufgezählten regelmäßig blühig (actinen) gebauten Pflanzen zur Folge, die einen weiteren Punkt ihrer Blumenähnlichkeit bedingt. Man weiß, daß unter den Pflanzen mit gelben Blütenblättern, z. B. bei der Sonnenblume, nur die wirklichen Blumen eine regelmäßig herrlichenge Krone besitzen. Die leidlichen sind unregelmäßig lippen- oder zungenförmig gebaut, da sich nicht herrlichen, sondern nur zweiblütig (bilateral) symmetrisch und nach Zahl gleichen Bauch und Rücken, rechts und links Zahl unterscheiden. Den Lippen- und Corollblumen in den meisten Pflanzengegen vorgliedert, haben man auch die trimerblühigen Blüthen der Korbblüthler noch über regelmäßige Corollen eingeglicht, aber daß hier nur eine unregelmäßige Blühbewegung war, zeigt bei Vorkommen völlig regelmäßig herrlichenger Endgeschlechten neben den gewöhnlich symmetrischen Seitenpflanzen. Es war kan aber eine unbefriedigende Lösung der Schwierigkeit, denn sie erklärt weiterhin am besten, wie auch bei einzelgliedern Arbeiten durch Einschränkung gewisse neuen (last wieder) Thätigkeit, beispielsweise

Fig. 144.
Cynoglossa lanceolata.

Rosetten entstehen konnten. Untergeht sich nicht alle Spitzen Rosetten Radblüthen gemeinden, sondern viele sind eingeblendet geblieben aber von neuem gemeinden, wie bei Fig. 144 eingeblühte Rosette aus der Knospe und die bekannten Zwischenformen (Actinien aber Corollen) nähern Blume, die sich aber kann auch durch eine Verschiedenheit von der regelmäßig blühigen (actinen) Grundform auszeichnen.

Digitized by Google

Bei den gesellig zu Hunderten und Tausenden auf einem verästelten Stocke lebenden Polypen, seien es nun echte Korallen oder ihre Schwestern, die Hydroid-Polypen, zu denen die sogenannten Graptolithen (Fig. 145) gerechnet werden, findet meist eine innere Verbindung der Verdauungskanäle untereinander statt. Alle Mäuler nehmen, wie die Blätter eines Baumes, getrennt Nahrung auf, aber ihre Magenhöhlen münden nach hinten in einen gemeinsamen Ernährungskanal; jedes Thier raubt und frißt für die ganze Gemeinde und ein gleichmäßiger Nahrungsstrom erfüllt die Lebensader der gesammten Kolonie, um, wie der Saft des Baumes, nicht nur die einzelnen

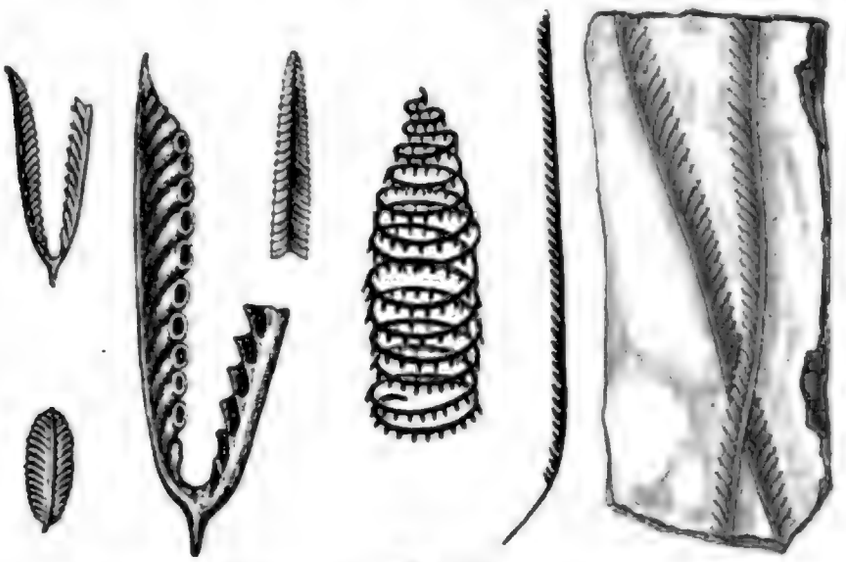


Fig. 145.
Graptolithen aus dem norwegischen, böhmischen und englischen Silur.

Angehörigen zu ernähren, sondern auch aus den allseitigen Abgaben den Stamm zum Weitersprossen zu kräftigen. Neben ihm verläuft wahrscheinlich auch ein Generalnerv, denn von einem ersten gereizten oder erschreckten Thierchen läuft der Rath, sich zu ducken, schnell von Nachbar zu Nachbar und wie weggeblasen verschwinden die Thierchen bei drohender Gefahr. Bei einzelnen Seefeder-Arten, deren Polypen Licht ausstrahlen, läuft die Parole zum Illuminiren wahrscheinlich denselben Weg; Flämmchen an Flämmchen taucht in schneller Reihenfolge auf, wie die Gasflammen am Rohre eines Illuminationsstückes, und verschwinden ebenso reihenweise, wie diese beim Ausdrehen des Haupthahns. Vielleicht veranstalteten die langen graden oder spiralförmig gewundenen Sägeblätter der Graptolithen (Fig. 145) schon im silurischen Meere derartige Feuerwerke und jedes Zähnchen ihres Randes trug sein Flämmchen, wie heute bei einzelnen Seefedern, die in kunstvoll geschwungener Flammenlinie einem Handgriffe von solcher Zierlichkeit aufsitzen, als sollte eine Nereide diesen Feuerfächer ergreifen, um damit in dunkler wolkenverhüllter Nacht ihren Weg durch die Wellen zu suchen (Fig. 146).

Geistige Fähigkeiten darf man bei diesen Magenthieren natürlich nur in einem sehr bescheidenen Maße vermuthen. Man hat sich durch Zwischenschieben von Glasplatten und durch andere Mittel überzeugt, daß die See-Anemonen ihre Beute nur durch den von dieser hervorgebrachten Strudel zu unterscheiden vermögen; Gesichts-, Gehörs-, Tast- und Geruchssinn scheinen noch zu einer Art von Allgemeingefühl verschmolzen zu sein. Etwas weiter in dieser Beziehung dürften es die Blüthen am Stamme der Pflanzenthiere gebracht haben, welche sich im vorgerückten Alter von dem Stengel ablösen, auf welchem sie als Knospen erschienen und aufblüheten, um ein freies Wanderleben zu führen, wie die männlichen Blüthen der vielbesungenen Vallisneria — einer Wasserpflanze der Rhone und anderer südeuropäischen Flüsse — sich von ihrem Stengel ablösen, um schwimmend die Weibchen zu erreichen. Wir meinen die höchstentwickelten Pflanzenthiere, die Medusen oder Quallen, welche in Gestalt durchsichtiger, zart gefärbter Hutpilze im Meere meist in dichten Schaaren vermöge rhythmischer Zusammenziehungen ihrer Glocken umherschwimmen, und mit Hülfe von vierzähligen Fangarmen, die im Kreise um die nach unten gerichtete Mundöffnung gestellt sind, Nahrung in dieselbe hineinziehen. Unter ihnen muß man zwei durchaus verschiedene Abtheilungen unterscheiden, die bei aller äußerer Uebereinstimmung wesentliche innere Verschiedenheiten darbieten, und höchst wahrscheinlich aus ganz verschiedenen Polypen-Gruppen hervorgegangen sind. Die einen, welche man nach dem Besitze eines schleierartigen Hautsaumes am unteren Glockenrande, Saum- oder Schleierquallen (Craspedotae), auch Hydromedusen nennt, stammen wahrscheinlich von Hydroidpolypen ab, deren Röhre keine Scheidewände besaß. Das sich zunächst aus der Darmlarve entwickelnde Thier bildet meist einen verästelten Stamm, wie die gewöhnlichen Hydroidpolypen und die jungen Medusen erscheinen als Nebenknospen an diesem Stamme (Fig. 147), den sie nachher verlassen, um als freilebende Geschlechtsthiere die andre Hälfte ihres Daseins zu vollbringen. Dieser Vorgang ist dadurch höchst lehrreich, weil er uns recht überzeugend das sogenannte biogenetische Grundgesetz erläutert, nach welchem das Individuum in seiner

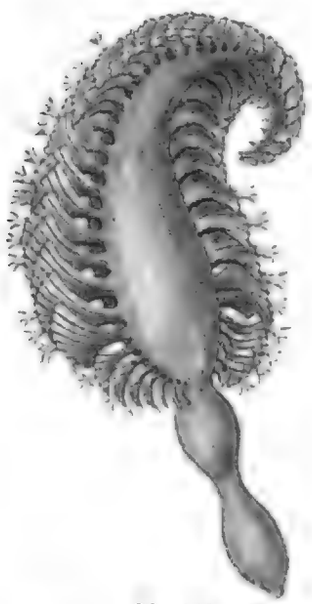


Fig. 146.
Pterocides spinosum.

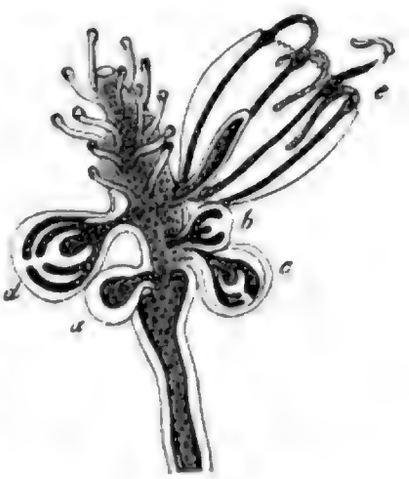


Fig. 147.
Syncoryne mit einer Anzahl daran knospender Medusen auf verschiedenen Entwicklungsstufen (a, b, c, d, e).

Entwicklung die Stufen kurz zu wiederholen hat, welche seine Ahnen durchlaufen haben, indem sie in ihrer Organisation weiter fortschritten. Denn es kann hiernach wohl kaum einem Zweifel unterliegen, daß sich in ähnlicher Weise ursprünglich die Geschlechter der Schleiermedusen aus Hydroidpolypen entwickelt haben.

Die höherstehenden Schleierlosen (Aeraspedae) oder Becherquallen (Scyphomedusae), zu denen viele besonders schöne und große Arten

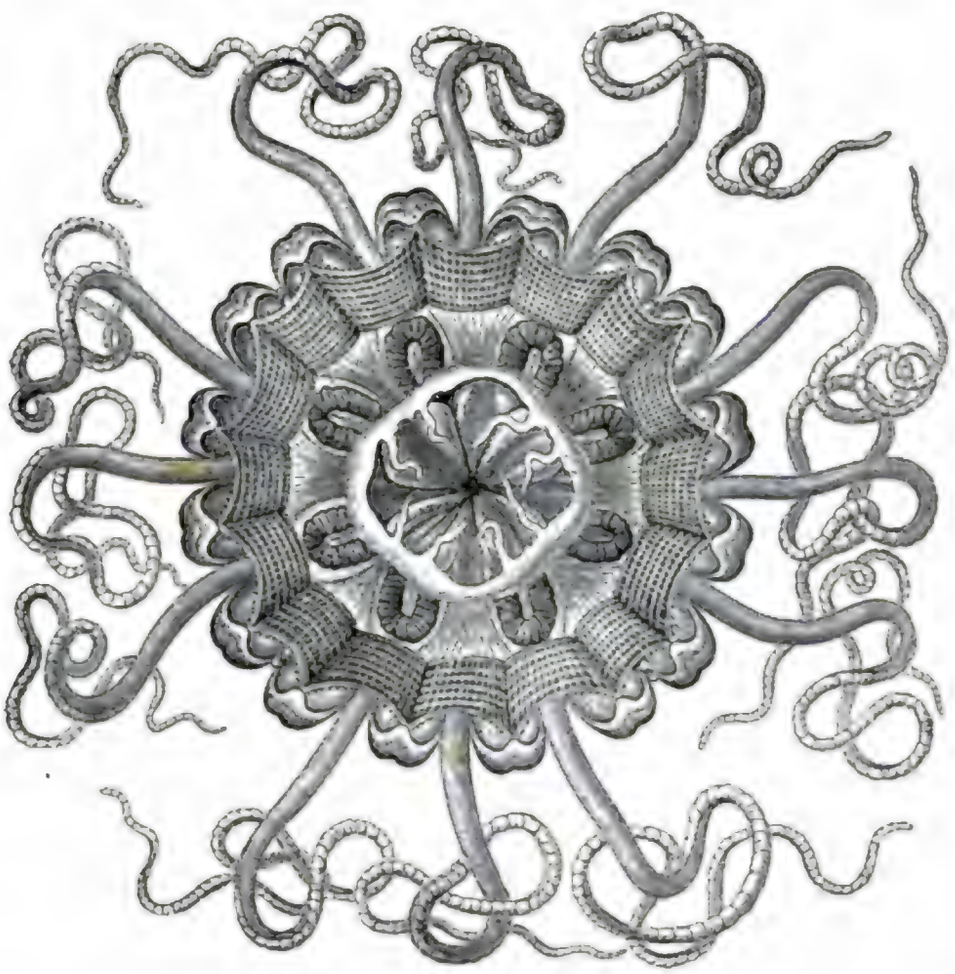


Fig. 148.
Periphylla mirabilis Häckel, eine bei Neuseeland gefangene Tiefsee-Meduse in halber natürlicher Größe. (Nach dem Challenger Report.)

(vgl. Fig. 148) gehören, zeigen dagegen nach Häckel, durch ihren innern Bau, und namentlich durch das Vorhandensein von Magenfäden an, daß sie von Becher-Polypen abstammen, deren Magenraum durch vier vorspringende Leisten in vier Nischen getheilt wird. Diese Medusen-Familie steht daher den Korallen näher und da einzelne von ihnen, wie die Laternen-Qualle (Lucernaria) durch einen vom Rücken der Scheibe ausgehenden Stiel wieder auf dem Boden festwachsen, so glauben einzelne neuere Forscher sogar, die Korallen möchten aus solchen Quallen entstanden sein. Auch die

Entwicklung dieser höheren Cuticlae bieten sehr mannichfaltige Erscheinungen. Der schneeweiße Panzer der Euglena gleicht beim kleinen Wagen traum zu bleiben, alle an nur wenig all einem Netzsäckchenbeutel zum ersten Male die Entwicklung der gemeinen Chrysomonas sociolis, welche in der Ost- und Nordsee den Bodensee oft zu Hunderten umgaukelte. Es hat sie auch ihren Mundöffnung. Um außenrohr, welche sich zur Darmröhre (Fig. 149) entwickelten, wie allenorts ganz wie ein gewöhnlicher Polyp sich mit dem der Mundöffnung entgegengesetzten Ende befestigt, bei Blumen verliert und erst

Fig. 148.
Entwicklung der Chrysomonade (Monobien socialis).

eher, dann mehr Zoogarme ringt um die Mundöffnung hervorwirft. In diesem Zustande gleicht das junge Thier einem gewöhnlichen Infusorium, glockenförmigen Polypen, wenn wir der junge Zweig im Knospenzustande einem Zweige gleicht. Aber das dauert nicht lange; das Thier erhält bald unter seinem Kopf vorragenden Zellfortsatz eine ringförmige Einschnürung, der eine zweite, dritte u. s. w. folgen, bis das Ganze endlich, wie ein Rosenkranz oder ein Tau Perlen, besten einzelne den Zellen- oder Zwischentheilung mit. Voll darauf werden auch den Rande jeder einzelnen dieser Abtheilungen abwechselnd lange Zoorisse hervor. Die einzelnen Abtheilung, die Antennenorgane herausgetrieben sind, nennen sich endlich durch Zerreißung der Einschnürungen von einander und bilden weiter eine junge Monade, deren Zoogarme und übrigen Organe nunmehr völlig ausgebildet, nachdem sie ihre Freiheit und Selbstständigkeit erlangt hat. Ueber alle Generationsabschnitt hindurch Bezeugung hört bei verschiedenen höheren Thierformen in ähnlicher Weise wieder und namentlich erscheint die Zeit

Digitized by Google

Larvenform (Fig. 149[10] und [11]) mit acht Sinneskolben und 16 Randlappen, so regelmäßig im Entwicklungsgange der verschiedensten Medusen-Arten dieser Klasse, daß ihr Häckel einen besonderen Namen (Ephyrula-Larve) beigelegt hat, und sie als das Nachbild der Stammform Ephyräa) dieser ganzen Abtheilung betrachtet, während sehr wenig veränderte Nachkommen einfachsten Baues (Ephyra u. A.) auch heute noch existiren. Besonders wichtig ist dabei noch der Umstand, daß bei einzelnen Angehörigen dieser Fürsten unter den Pflanzenthieren und namentlich auch bei der Ohrenqualle, die Entwicklung gelegentlich sich abkürzt, indem sich die Darmlarve nicht erst in einen festsitzenden Polypen, sondern mit Ueberspringung mehrerer Zwischenstufen gleich direkt in eine jugendliche Medusenlarve umwandelt. Ganz ähnliche Abkürzungen finden in der Entwicklungsgeschichte der höheren Thiere sehr häufig statt, denn sonst müßte jedes Individuum auf seinem Lebenswege bei sämmtlichen Vorstufen verweilen, die seine Ahnen erreichen mußten, und das wäre bei den höchsten Thieren ein langer Weg, aber nur selten ist, wie von Häckel bei der Ohrenqualle, die allmälige und die abgekürzte Entwicklung bei verschiedenen Individuen ein und derselben Thierart beobachtet worden. Die Schwimmpolypen sind in jeder Beziehung höher organisirte Thiere als die festsitzenden Polypen. Das Gefäßsystem ist zwar immer noch kein eigentliches, sondern ein einfacher Kreislauf-Apparat, der vom Magen ausgeht, jedoch von etwas höherer Ausbildung. Ebenso hat man bei ihnen auch Andeutungen von Sinnesorganen entdeckt und die Anfänge eines Muskelsystems sind gleichfalls vorhanden.

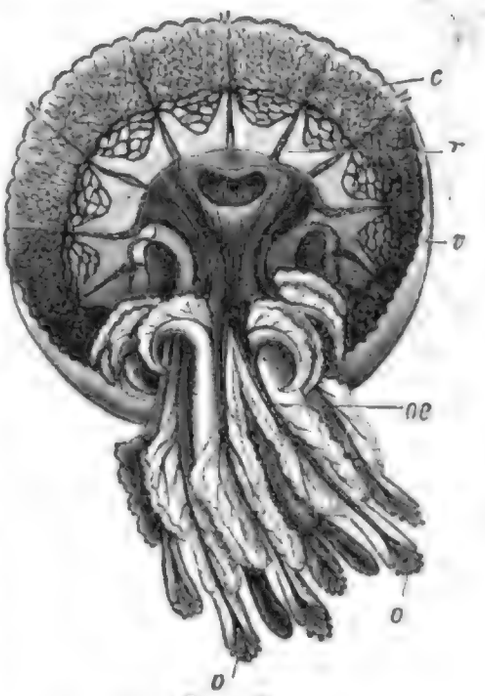


Fig. 150.
Rhizostoma Cuvieri.
o Mundöffnung der Arme, oe Speiseröhren, v Magen, r Radial-Kanäle, c Zweig-Kanäle

Eine sehr eigenartig ausgebildete Gruppe der Bechermedusen bilden die sogenannten Wurzelmundquallen, von denen wir eine Art (Rhizostoma Cuvieri) in Fig. 150 dargestellt sehen. Bei ihnen ist die bei den gewöhnlichen Quallen von der Mitte der Scheibe herabhängende allgemeine Mundröhre zugewachsen, dagegen haben sich die Fangarme verbreitert und durch Zusammenlegen der Ränder in Röhren verwandelt, die meist in Folge krausenartiger Randfaltungen in zahlreiche Aeste ausgehen, welche durch viele feinere Oeffnungen nach außen münden. Uebrigens sind diese Mundöffnungen sehr dehnbar, und es können bei verschiedenen Arten auch größere Beutestücke aufgenommen werden, deren Verdauung dann bereits in den

Arm-Röhren beginnt. Sie ſind als eine für ſich beſtehende Gruppe zu betrachten, die ſich aus den gewöhnlichen Becher-Meduſen entwickelt hat.

Bei den ſogenannten Staats- oder Röhrenquallen (Siphonophoren) (Fig. 151) trennen ſich die einzelnen Meduſen nicht von dem gemeinſamen Stamme, aus dem ſie hervorſproſſen, ſondern bleiben vereinigt, wie die Polypen eines Korallenſtockes und bilden einen großen ſchwimmenden Thierſtaat in höchſt merkwürdiger Ausbildung. Während unter den Angehörigen eines Korallenſtockes keine anderweite Arbeitstheilung, als höchſtens die Trennung in Männchen und Weibchen, eintritt, gewahren wir hier die Vertheilung der einzelnen Geſchäfte auf verſchiedene Individuen in einer Durchführung, wie ſie uns kaum unter den Inſekten in ähnlicher Weiſe noch einmal entgegentritt. Manche dieſer Thierſtaaten, wenn ſie in ſüdlichen Meeren dahergezogen kommen, gehören zu den prachtvollſten Phänomenen des an Schauſtücken wahrlich nicht armen Oceans. (Vgl. die Farbentafel „Röhrenquallen.") Sie gleichen einer kryſtallenen Guirlande, die mit Blättern, großen Blumen, Trauben und anderen Früchten dicht und in ſchöner Abwechſelung beſetzt erſcheint, denn die Einzelthiere nehmen je nach der ihnen zugefallenen Staatsarbeit ſehr ungleiche Geſtalten an. An der Spitze des Staatsdarms, von welchem ſämmtliche Bürger ihre Nahrung empfangen, obwohl nur einzelne mit der Herbeiſchaffung derſelben beſchäftigt ſind, ſchwimmt, die Stelle des Staatsoberhauptes einnehmend, eine leere Luftblaſe. Zunächſt unter ihr folgen eine Reihe ſogenannter Lokomotiven, welche durch rhythmiſches Einziehen und Wiederausſtoßen des Waſſers aus ihrer Mundöffnung das Staatsſchiff bewegen. Nun folgen in abwechſelnder Reihe die Freßpolypen, welche häufig einer großen Glockenblume gleichen und einen langen verzweigten Neſſelfaden als Angelruthe zum Heranziehen der Beute neben ſich haben, Taſtpolypen mit einem ähnlichen einfachen Faden als Taſtorgan, endlich männliche und weibliche Geſchlechtsthiere, alle von verſchiedener Geſtalt. Mitunter finden ſich zwiſchen dieſen Beamten zahlreiche zurückgebildete Polypen, welche die Form eingeſchnittener Blätter annehmen und als Deckſchuppen dienen, um den zwiſchen ihnen vertheilten Gemeindegliedern Schutz zu bieten. So haben ſich zuweilen ſechs bis ſieben verſchiedene Thierformen in die laufenden Geſchäfte getheilt, um auf niederer Stufe der Allgemein-Organiſation etwas

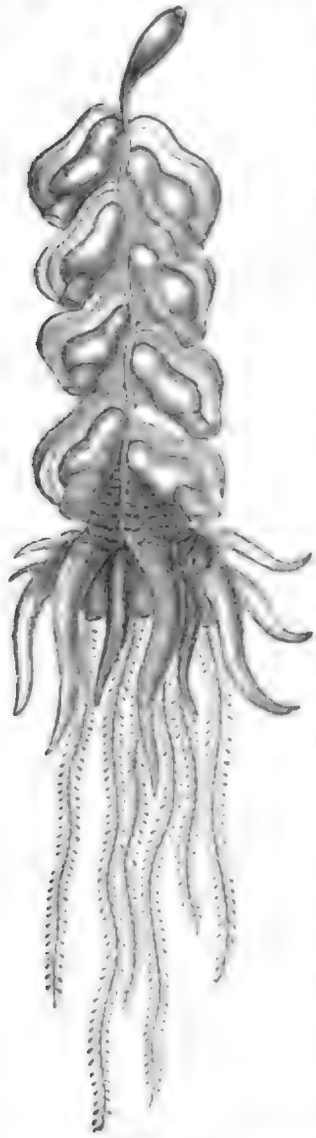


Fig. 151.
Physophora hydrostatica.

Digitized by Google

Röhrenquallen.
Aglaura Peronii Lesueur (Rhizostoma).
Thysanostoma thysanura Haeckel (Lucernaria).

Digitized by Google

Aehnliches zu erreichen, wie es der höhere Organismus durch seine zu einem festen Ganzen vereinigten Organe bewerkstelligt. Die Arbeitstheilung, welche sonst, mit Ausnahme der wichtigen Geschlechtsfunktionen, meistens nur unter den Individuen erster Ordnung unter den Zellen und den von ihnen gebildeten einfachen Geweben vor sich geht, hat sich hier der Einzelthiere bemächtigt, um ein zusammengesetztes Thier dritter Ordnung zu bilden, dessen Betrachtung äußerst lehrreich ist, auch für das Verständniß des einfachen Thieres, welches ebenfalls als ein Gemeinwesen aus dem Ganzen untergeordneten Theilen betrachtet werden kann. Die Herleitung der Röhrenquallen oder Schwimmpolypen ist in verschiedener Weise versucht worden. Man kann entweder mit Balfour annehmen, daß diese zusammengesetzten Thiere durch Sprossung aus einfachen Medusen entstanden seien, oder daß Stöcke von Hydropolypen Schwimmvermögen erlangt haben, worauf die Arbeitstheilung unter den einzelnen miteinander verbundenen Medusen als das Werk allmäliger Vervollkommnung betrachtet werden muß.

Fig. 152
Rippenqualle (Pleurobrachia pileus).

Viel mehr Mühe verursachte die Herleitung der sogenannten Kamm- oder Rippenquallen (Ctenophorae) (Fig. 152), zweiseitig symmetrisch gebauter Thiere, von den strahlig (actinot) gebauten Medusen. Sie verdanken ihren Namen den meist an ihrem Körper hervortretenden acht Rippen oder Leisten, die von kammförmigen Schwimmplättchen mit Flimmerhaaren besetzt sind. Aber im Jahre 1879 entdeckte Häckel eine Meduse (Ctenaria ctenophora), die in allen Punkten ein Mittelglied zwischen den gewöhnlichen Schleierquallen und Rippenquallen darstellt. C. Chun konnte bald darauf in seiner Monographie der letzteren Gruppe die Häckel'sche Auffassung, wonach die Rippenquallen von Schleierquallen abstammen, durch die Entwicklungsgeschichte bestätigen, wobei sich zeigte, daß die zweiseitige Symmetrie sich früh bei den jungen Larven geltend macht. Derselbe Beobachter zeigte ferner durch embryologische Studien, wie sich auch die extravaganteſten Formen unter den Rippenquallen wieder von den einfacheren herleiten lassen. Bei dem Venusgürtel (Cestum Veneris), einer Rippenqualle des Mittelmeeres, hat sich der Körper nach zwei gegenüberliegenden Seiten dermaßen entwickelt, daß er die Gestalt eines ellenlangen, in allen Regenbogenfarben schillernden Gürtels erlangt hat, welcher mit den elegantesten Schlängelungen und Wellenlinien im Wasser fluthet. Aber in seiner Jugend zeigt dieses bandförmige Thier eine kuglige Form und eine Vertheilung der Magengefäße, Rippen und Schwimmplatten wie die hier abgebildete Art, worauf eine sehr durchgreifende Umbildung aller Theile sie in das gürtelförmige Wesen umwandelt, während fast nur die Lage des den Gürtel in der Mitte quer durchsetzenden Mundtrichters und Nahrungskanals dieselbe bleibt.

So finden wir also schon unter diesen einfachst gebaueten Thieren eine überraschende Mannigfaltigkeit der Formentwicklung und schließlich sogar eine Annäherung an den zweiseitig symmetrischen Bau der höheren Thiere. Man hat sie denselben gewissermaßen als noch nicht vollblütige Thiere, als Niederthiere (Coelenteria) oder Pflanzenthiere gegenübergestellt. Und wenn man die Medusen, diese unruhig dahinflatternden Schmetterlinge des Meeres ausnimmt, muß man sagen, daß die Familie wirklich, ihrem Namen entsprechend, eine große Pflanzenähnlichkeit besitzt. Das Auseinanderhervorsprossen, der gemeinsame Nahrungsstrom, die stille Lebensweise, die leichte Zertheilbarkeit (vgl. S. 155—156), das Stehenbleiben der Gesammtorganisation auf der Stufe des Magens, Alles das sind Pflanzen-Charaktere, und selbst die Schwimmpolypen gleichen einer Blumenguirlande. Bei Pflanzen und Pflanzenthieren liegen die seelischen Thätigkeiten tief darnieder, weil ein Centralorgan für dieselben fehlt, und auch auf die letzteren könnte man die schönen Worte, welche Aristoteles über die Psyche der Pflanzen sprach: „sie liegen in einem tiefen, nicht zu verscheuchenden Schlummer", anwenden. Die Scheu Réaumur's, den Namen Peyssonels, der zuerst gewagt hatte, die Korallen als Thiere zu bezeichnen, nur zu nennen, um ihn nicht dem Gespötte preiszugeben, zeigt immerhin von einem tiefen Studium der Korallenthiere, welche Pflanzenähnlichkeit genug bieten, um über ihre wahre Natur zu täuschen. Zwar zeigen sich bei den Polypen Anfänge von Schlundnerven und bei den Medusen von einfachen Sinnesorganen, die von einem das Thier umgürtenden und zu Nervenknoten (Ganglien) anschwellenden Nervenring ausstrahlen, aber es sind eben nur Anfänge, die man kaum mit Bestimmtheit, je nach ihrer verschiedenen Bildung, als Gehörs- und Gesichtsorgane zu deuten wagt. Die Centralisirung der geistigen Thätigkeiten, welche in den höchsten Thieren auch am weitesten getrieben ist, beschränkt sich hier noch auf eine bloße Verbindung der nervösen Elemente untereinander. Wir werden daher auch die Entstehung der Sinnesorgane und des Nervensystems besser und im Zusammenhange bei den viel weiter in der Centralisirung vorgeschrittenen Wurmthieren betrachten, wobei auf die einfachen Verhältnisse, wie sie sich bei niederen Pflanzenthieren finden, Rücksicht genommen werden wird. Dem festsitzenden Thiere konnte die Ausbildung führender und sorgender Organe ebensowenig wie der im Boden wurzelnden Pflanze etwas nützen, die Empfindungsfähigkeit verblieb daher in mehr oder minder starkem Maße allen dicht unter der Oberhaut liegenden Theilen (sogenannten Nervmuskelzellen) und nur die freibeweglichen höchsten Pflanzenthiere bedurften eines kleinen Vorzugs in Gestalt einfachster Sinnesorgane.

Wohl bei keiner andern Thierklasse konnte der Stammbaum so im Einzelnen dargelegt werden, als es unter den Pflanzenthieren namentlich durch die Arbeiten Häckels für diese Abtheilung geschehen ist, die man als die Nesselthiere (Acalephen oder Cnidarier) zusammenfaßt. Als gemein-

same Urform können unbedenklich unſrem Süßwaſſer-Polypen naheſtehende Thiere angenommen werden. Aus ihnen entwickelten ſich zunächſt als zwei divergirende Hauptgruppen einerſeits die Hydropolypen ohne Magenleiſten, und die Becherpolypen mit Magenleiſten. Aus erſteren gingen dann Röhren-, Orgel- und Hydrokorallen hervor, die keine Magenleiſten beſitzen und niemals Meduſen bilden, ſpäter die Saumquallen erzeugenden. In ganz analoger Weiſe entwickelten ſich aus verſchiedenen Zweigen der Becher- oder Leiſten-Polypen einerſeits die gewöhnlichen Korallen und See-Anemonen, die niemals Meduſen erzeugen, andererſeits die ſaumloſen Becherquallen. Von den Saumquallen laſſen ſich ſchließlich leicht die Rippenquallen und auch die Röhrenquallen ableiten, während die Bechermeduſen ſich in Scheibenquallen und Wurzelmundquallen gliederten. Die meiſten dieſer Thiere gehören der weiten Fläche des offenen Meeres, deſſen ſchönſte Schmuckſtücke ſie, namentlich im Süden, bilden. Nur wenige der einfachſten Polypenformen haben ſich an das Leben im Süßwaſſer gewöhnen können, aber in den letzten Jahren hat man auch einige kleine Meduſen-Arten entdeckt, die im ſüßen Waſſer leben und von denen eine amerikaniſche Art zuerſt in einem Londoner Victoria-Hauſe aufgefunden wurde, worauf Böhm und Wiſſmann eine zweite Art (Limnocodnida Tanganyicae) in dem heute weit vom Meere entfernten Tanganyika-See entdeckten. Sie deutet gemeinſam mit einigen Schnecken, deren nächſte Verwandte im Jura-Meere lebten, darauf hin, daß jener große amerikaniſche Binnenſee in früheren Erdepochen mit dem Meere in Verbindung geſtanden hat. In dem braciſchen Waſſer der Flußmündungen halten ſich verſchiedene Quallen-Arten und mögen ſo durch Emporwanderung in die Mündungen allmälich an Süßwaſſer gewöhnt worden ſein. Der Stamm reicht, ſeiner niederen Organiſationshöhe entſprechend, weit in der Erdgeſchichte zurück, und ſelbſt von der im Allgemeinen am höchſten entwickelten Gruppe der Meduſen hat man in neuerer Zeit bereits unzweifelhafte Abdrücke aus kambriſchen Schichten entdeckt.

VIII.

Die Vorläufer der höheren Thierformen.

(Würmer und Wurmverwandte.)

Wer den Ton gefunden,
Der im Grund gebunden
Hält den Weltgesang,
Hört im großen Ganzen
Keine Dissonanzen,
Lauter Uebergang.

Rückert.

Im entschiedensten Gegensatze zu der im vorigen Kapitel betrachteten wahrhaft konservativen Partei der Nieder- oder Pflanzenthiere (Cölenterien), deren Mehrzahl sich früh dem Stillestand und einer festsitzenden Lebensweise hingab, ging aus denselben Anfängen die Partei der Fortschrittler hervor, denen zu allen Zeiten die Zukunft gehörte. Die Oberthiere (Coelomaria) beginnen freilich ebenfalls mit bescheidenen Anfängen, mit Wurmthieren, die gleichfalls noch der gesonderten Leibeshöhlung (des Coeloms) entbehren, und daher den Niederthieren zuzurechnen wären. Die Gruppe dieser aus einer äußerlich gleichen Darmlarve (Gastrula Fig. 127 B) hervorgegangenen Ur-Wurmthiere der Vorzeit bewahrte ihre Freiheit, als hätte sie den weiten Weg, der zurückzulegen war, geahnt, und der Versuch, sich Fortkommen und Nahrung selbst zu suchen, statt im passiven Verharren die Dinge über sich ergehen zu lassen, wurde der Anlaß zur Ausbildung vollkommener Bewegungs- und Sinnesorgane. Die Darmlarve streckte sich in ihrem Vorwärtsstreben etwas länger, behielt ihre Flimmerhaare, die, wenn nicht zum Schwimmen, doch dazu dienen konnten, das lufthaltige Wasser an der Hautoberfläche für die Athmung zu erneuern und wurde ein — Wurm. Dieser Urwurm war aber wahrscheinlich zunächst nicht viel mehr als eine langgestreckte Gasträade mit einfacher, gleichzeitig als Mund und Kloake dienender Leibesöffnung, ohne Gefäßsystem, Muskeln und Gliedmaßen. In den Strudelwürmern der Meere und Süßwasser können wir noch heute sehr einfach organisirte Würmer sehen, obwohl sie immerhin schon etwas vollkommener

gebaut sind, als es die unmittelbaren Nachkommen der Gasträa gewesen sein werden. (Fig. 153.) An ihnen lassen sich noch die ursprünglichen Verhältnisse dieser Thiere studiren. Der ernährende Darmkanal (d) ist noch dem Urdarm der Gasträa gleichwerthig und besitzt eine einzige Oeffnung (m), die Mund und After zugleich ist, wobei sich ein muskulöser Schlundkopf (sd) durch Einstülpung des Hautblattes gebildet hat. Innerhalb der Klasse der Strudelwürmer oder Turbellarien wandert dieser Urmund (Prostoma) auf der Mittellinie des Bauches von hinten nach vorn, so daß er z. B. bei den Plattwürmern mitten auf der Bauchfläche liegt, und endlich an das vordere Körperende gelangt, wo er zum Nach- oder Dauermunde (Metastoma) wird. Es ist dies ein Vorgang, von dem sich Spuren in der Entwicklungsgeschichte vieler, wenn nicht aller höheren Thiere nachweisen lassen, ein Nachbild jener Trennung von Mund und Kloake, die bei den niederen Würmern anhob, wobei dann die letztere den Platz des früheren Urmundes einnahm.

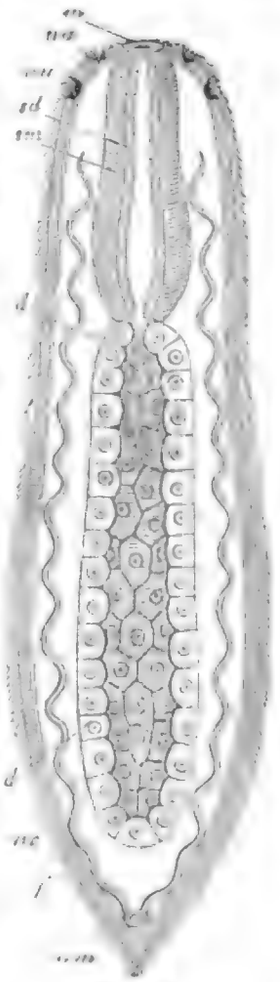


Fig. 153.
Strudelwurm (Rhabdocoelum).
m Mund. sd Schlundepithel sm Schlundmuskulatur. d Magendarm. no Nierenkanäle. nm Nierenmündung. au Auge. na Geruchsgrube.

In dem Zwischenraume von Außen- und Innenblatt, der noch keine wahre Leibeshöhle (Coelom) darstellt, haben sich bei diesen niedern Würmern ein paar Urorgane ausgebildet, zwei Paar Geschlechtsdrüsen (Gonaden), ein männliches und ein weibliches Paar, und zwei Nierenkanäle (nc), auch Wassergefäße genannt, welche den Körper in seiner ganzen Länge durchziehen, die Ausscheidung der verbrauchten Flüssigkeit aus dem Körper besorgen und getrennt oder vereint nach außen münden (nm). Es sind die den Pflanzenthieren noch fehlenden Ur- oder Vornieren, die auch in der Entwicklung der höheren Thiere auftreten, aber dort durch vollkommenere Organe (Dauernieren) ersetzt werden. Der Thierkörper vervollkommnet sich nicht nur durch Ausbildung der alten Organe, sondern auch, wie wir hier von Mund und Nieren hören, durch Ersatz derselben in vollkommnerer Ausbildung. Auch ein einfaches Nervensystem, von dem bei den Pflanzenthieren nur zweifelhafte Anfänge vorhanden sind, ist bei diesen niedern Würmern bereits entstanden, von dessen Centraltheilen Nervenfasern zu den Augen (au) und Geruchsgruben (na) wie noch andern Körpertheilen führen. Eine eigentliche Leibeshöhle und Blutgefäße treten erst bei den etwas höher stehenden Schnurwürmern oder Nemertinen auf.

Eine der wichtigsten Weiterbildungen, die bei den höheren Würmern zuerst aufgetreten ist, um dann bei allen höheren Thieren wiederzukehren, wurde durch die Verdopplung der Keimblätter eingeleitet. Durch Einfaltung der beiden primären Keimblätter (S. 245) am Urmunde, entstand die Leibeshöhle (Coelom), jene vollkommen abgeschlossene, den Magen als Urorgan umfassende Höhlung, in der das Blut in besondern Bahnen (Adern) kreist, und die durch den Magen aufgenommenen Säfte durch mannigfache Organe verarbeitet werden. Nach der von den Gebrüdern Hertwig zuerst aufgestellten Coelom-Theorie entstand diese den Niederthieren (Cölenterien) vollständig abgehende Leibeshöhle zunächst durch eine rechts und links vom Urmunde erfolgende Einstülpung, wodurch zwei Cölomtaschen vom Urdarme abgeschnürt, eine paarige Leibeshöhlung gebildet, und aus den beiden von Pander entdeckten primären Keimblättern vier sekundäre Keimblätter entstanden waren. Die Anlage und Umbildung dieser erst in der Zwei- und dann in der Vierzahl auftretenden Keimblätter kehrt nun bei allen höheren Thieren in gleicher Weise wieder, so daß man von einer Homologie der Keimblätter durch das gesammte Thierreich spricht. Diese Homologie oder Gleichwerthigkeit spricht sich außer in der gleichen Entstehungsweise und Folge, namentlich darin aus, daß aus dem äußern Keimblatt überall die Hautbedeckungen hervorgehen, während aus dem innern Keimblatt die Verdauungswerkzeuge, aus den sekundären Keimblättern jüngere Organe, vor allem auch die Muskelsysteme der äußeren und inneren Organe entstehen.

Bei Nieder-Thieren betheiligen sich entweder alle, oder nur die mit Wimpern und dergl. versehenen Hautzellen an der zur Hervorbringung der Fortbewegung, zum Ergreifen und Fressen der Beute erforderlichen Bewegungen. Die Ausbildung besonderer Bewegungs- (d. h. Muskel-) Zellen bedeutet einen wichtigen Fortschritt im Sinne der Vervollkommnung des thierischen Körpers auf dem Wege der Arbeitstheilung. Der Wurm begann in einer bestimmten Richtung am Meeresboden zu kriechen, und dieser erst von seinen späteren Nachkommen aufgegebenen und heute mit Verachtung betrachteten Bewegungsform verdanken alle seine Nachkommen den Gegensatz von vorn und hinten, von Bauch und Rücken, von rechts und links. Oder mit andern Worten, die für die höheren Thiere so charakteristische zweiseitige (bilaterale) Symmetrie findet sich bereits bei den niedersten Würmern, die kaum mehr waren als ein langgestreckter Magen, mit der Fähigkeit der Fortbewegung in bestimmter Richtung. Wie sich die allgemeine Zusammenziehbarkeit der Eiweißsubstanz auf ein vorzugsweise contractiles Gewebe (Muskel) zurückgezogen, so mußte auch die allgemeine Reizbarkeit, welche schon den Moneren zukömmt, bestimmten Gewebspartien als ausschließliche Leistung zufallen, um das Mehr zu leisten, welches der bewegliche Organismus gegenüber den Pflanzen und festgewachsenen Pflanzenthieren bedurfte.

Die Forscher unserer Tage, welche die Entwicklung der höheren Wirbelthiere auf das Genaueste verfolgten, wurden durch die merkwürdige Thatsache überrascht, daß sich das Nervensystem und die sämmtlichen Sinnesorgane aus denselben Elementen des Embryo hervorbilden, welche die Grundlage der Bedeckungen des Körpers hergeben, aus dem dieserhalb so genannten Hautsinnesblatt. Das scheint im ersten Augenblick ein sehr auffallendes und sonderbares Verhältniß, allein, wenn wir darüber nachdenken, wie Nerven- und Sinnesorgane in der Natur entstanden sein können, so werden wir bald einsehen, daß dies nur durch die Einflüsse der äußern physikalischen Kräfte, der Wärme, des Lichtes, Schalles u. s. w. auf die Oberhaut geschehen sein kann. Während bei den Urthieren die Empfindlichkeit gegen äußere Einflüsse dem Protoplasma im Allgemeinen eigen sein mußte, beschränkte sich diese Fähigkeit, nachdem eine Sonderung in Oberhaut und Magen eingetreten war, auf erstere, um sich in dieser Beschränkung als Meister zu bewähren. Wie unsere Haut nur noch das sogenannte Allgemeingefühl vermittelt, besaß die Haut der ältesten Thiere ein noch viel allgemeineres Allgemeingefühl; sie empfand nicht blos mechanischen Druck und Wärme, sondern auch die Licht- und vielleicht sogar die Schallschwingungen. Bei dem gewöhnlichen Süßwasserpolypen, dessen Körper nur erst aus zwei Schichten besteht, bemerkt man, daß Hautzellen, die sich einseitig faserförmig verlängern, am äußern Ende reizbar, am innern zusammenziehbar sich erweisen (Fig. 154), also die Thätigkeiten von Nerv und Muskel an ihren Polen zeigen. Bei den Plattwürmern, wo schon ein Nervensystem auftritt, haben sich diese beiden Funktionen bereits gesondert, die Nervmuskelzelle ist durch besondere Nerven- und Muskelzellen ersetzt. In ähnlicher Weise waren alle Sinnesorgane ursprünglich nichts anderes, als empfindliche Theile der Oberhaut, von denen sich sodann Nerven in das Innere des Körpers ausbreiteten. Indem diese neuen nervösen Organe vornämlich an dem vorastastenden Theile, der auch den Mund trug, entstanden, mußte sich hier ein Sammelpunkt von Sinnesorganen, ein in der Folge leitender Theil, der Kopf, bilden (vergl. Fig. 153). Und wie das Urprotoplasma zugleich Oberhaut und Magen, Muskel und Nerv, Gesichts-, Gefühls-, Geschmacks- und Geruchsorgan sein mußte, so dürfen wir uns nicht wundern, daß die Sinnesorgane bei den Würmern mitunter als Universal-Organe auftreten, die man noch weder Augen, Taster, Zungen u. s. w. nennen kann, weil sie Alles zugleich vorstellen.

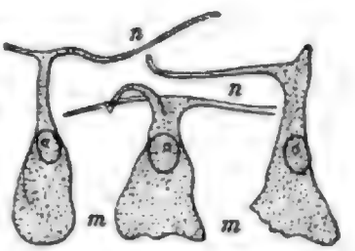


Fig 154.
Nervmuskelzellen von Hydra.
n Aeußere nervöse,
m innere muskulöse Hälfte.

Claus, von Leydig, Ranke und andere Zoologen haben solche Allgemein- oder Uebergangssinnesorgane unter andern noch bei unserm Blutegel, einem bereits sehr hoch entwickelten Wurm, nachgewiesen. Am

Kopfe und insbesondere auf den Sauglippen dieser Thiere, sowie auch an anderen Körperstellen, treten beim Vorwärtsbewegen dunkle stäbchenförmige Wärzchen hervor, die an der Spitze einen gewölbten Glaskörper besitzen und offenbar für Licht empfindlich sind. Trifft diese Stellen plötzlich ein starker Lichtreiz, so ziehen sie sich wie die Fühleraugen der Gartenschnecken schnell in die Haut zurück und verschwinden in einem Grübchen, so daß es aussieht, als schlössen sich die Augen. Sobald aber das Thier, die nächsten Gegenstände gleichsam absuchend, wieder den Kopf streckt, treten diese Papillen von Neuem hervor, und es scheint, daß es sogar in dem Vermögen des Thieres liegt, den lichtempfindlichen Krystallkörper an der Spitze stärker zu wölben oder abzuplatten, je nachdem es nähere oder fernere Gegenstände in Augenschein nimmt. Andererseits kann man, wenn man der Egellippe ein Stück Glas nähert, bemerken, wie die an ihrem Rande stehenden Augenwärzchen zunächst auch als Tastwärzchen benützt werden, so daß sie, wie Leydig sagt, mit ihren Augen den lichten Gegenstand gleichsam betasten. Er läßt es unentschieden, ob diese Augen nur im Stande seien, hell und dunkel zu unterscheiden, oder ob sie, wie aus dem Wandlungsvermögen des Glaskörpers wahrscheinlich wird, gleichzeitig auch die Form der Gegenstände wahrnehmen können.

Außer diesen einfachen Tastwärzchen mit lichtempfindlicher Spitze bemerkt man am Kopfe eine beschränktere Anzahl von zusammengesetzten Augen, von Glaskörperchen, die auf den Wandungen einer becherförmigen schwarzen Vertiefung liegen und früher für die alleinigen Sehorgane gehalten wurden. Man sieht hier die Anfänge des facettirten Auges der Insekten, wie des einfachen der meisten andern Thiere nebeneinander. Aber beim Blutegel scheinen diese „Tastaugen" noch einer dritten und vierten Empfindungsvermittlung zu dienen, der bei Wasserthieren meist verschmolzenen Geschmacks- und Geruchsempfindung. Es ist aus der ärztlichen Erfahrung bekannt, wie sehr empfänglich diese Thiere für Geschmacksempfindungen sind — man lockt sie durch Süßigkeiten zum Saugen — wie sie sich entschieden weigern, auf nicht ganz reinen, oder stark ausdünstenden Hautstellen anzubeißen. Nun finden sich aber keine andern mit Nervenausbreitungen versehene Höhlungen als jene durch Zurückziehung der Tastaugen entstandenen Grübchen, in der Nähe der Lippen, und da sie sich beim Ansaugen mit Blut füllen, so halten Claus und Ranke sie für ausgebildete Augen, die zugleich noch tasten und schmecken. Einzelne Sinnesorgane, wie der Tast- und Wärmesinn u. s. w., haben sich für immer an der Oberhaut niedergelassen, andere zogen sich in nach außen offene Gruben (Geruchs- und Geschmackssinn) oder in ganz abgeschlossene Höhlungen zurück, wie die edleren Sinne des Gesichts und Gehörs. Aber um das gleich hier auszusprechen, alle diese oft höchst zweckmäßig und wunderbar eingerichtet erscheinenden Sinnesorgane sind es erst durch sehr allmälige Anpassung geworden und treten, wenn wir sie bis zu ihren Anfängen ver-

folgen können, in höchſt unvollkommener Geſtalt auf. Das Auge iſt anfangs meiſt nur ein dunkler gefärbter Fleck der Haut, der ſich im Sonnenſchein ſtärker erwärmt als ſeine Umgebung, das Ohr, ein Bläschen mit einem beweglichen Kalkkörnchen, welches die Schallwellen in Schwingungen verſetzen können u. ſ. w. Auch läßt ſich die für Idealiſten ſehr ſchmerzliche

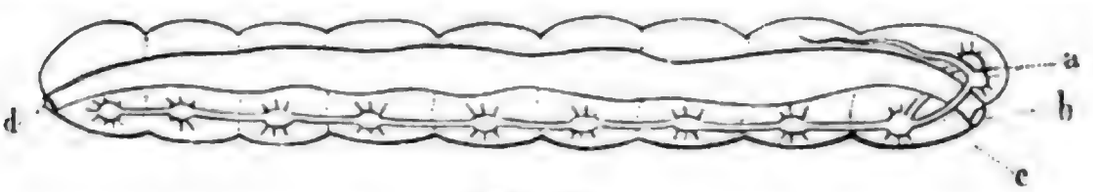


Fig. 155.
Nervenſyſtem der Ringelwürmer (ſchematiſch). a Kopfknoten, c Schlundring, bd Magenröhre, unterhalb welcher ſich das Bauchmark hinzieht.

Thatſache nicht ableugnen, daß die Urnerven ſich in ganz beſtimmter und naher Beziehung zu den Ernährungswerkzeugen entwickelt haben. In der Welt der Würmer, wie in derjenigen der Pflanzenthiere, überall wo die erſten Spuren von Nerven auftreten, umgürten ſie in höchſt charakteriſtiſcher Weiſe den Schlund oder bilden in deſſen Höhe ihre erſten Knötchen, als einſtweilige Vertreter des Gehirns, begleiten ſpäter den Darmkanal in ſeiner ganzen Ausdehnung und bilden endlich jenen langen Strang, den man bei den Ringelwürmern, Tauſendfüßern, Inſekten, Krebsthieren und Spinnen als Bauchmark bezeichnet (Fig. 155). Uebrigens bildet ſich ſchon bei niedern Plattwürmern eine fernere Arbeitstheilung unter den Nerven aus, indem von dem einfachen Nervenknoten (Gehirn g Fig. 156) centripetale Empfindungsnerven (s) zur Haut (h), zu den Fühlern (t) zu den Hörbläschen (o) und Augen (a) und centrifugale Bewegungsnerven (m) zu der unter der Haut liegenden Muskelſchicht gehen. Man glaubt ein Schema des Nervenſyſtems höherer Thiere vor ſich zu ſehen.

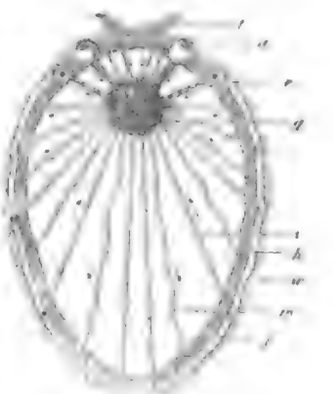


Fig. 156.
Nervenſyſtem und Sinnesorgane eines Plattwurms (Turbellaria). w Wimperhaare.

Bei den niederſten Würmern, die auf unſere Zeit gekommen ſind, fehlt noch, ebenſo wie bei den Pflanzenthieren überhaupt, ein Gefäßſyſtem, in welchem eine aus dem Mageninhalt zubereitete Nahrungsflüſſigkeit — Blut — kreiſen könnte. Es kann bei den nächſten Nachkommen der Gaſträa nicht anders geweſen ſein, aber es war gewiß ein großer Fortſchritt, als bei den etwas höher ſtehenden Würmern in der oben (S. 270) beſchriebenen Weiſe eine vom Magen getrennte Leibeshöhlung ſich ausbildete, in welche nunmehr nur der durch die Thätigkeit des Magens aus der Nahrung abgeſonderte Saft, durch häutige Scheidewände filtrirt, eindrang und mit den

übrigen Geweben in Berührung trat, während vorher der gesammte Inhalt des Magens durch den Körper kreiste, um die Ernährung zu bewerkstelligen. Wir bemerken, daß der Gefäßapparat sich erst ausbildete, nachdem Magen, Ausscheidungsorgane (Nierencanäle u. s. w.) Muskel- und Nervensystem bereits angelegt waren, welche also die Würde eines viel höheren Alters in Anspruch nehmen dürfen. Anfangs war es nur eine wenig verästelte Höhlung im Körper, die den concentrirten Lebenssaft aufnahm, und in dieser einfachen Form besteht das Gefäßsystem, außer bei niederen Würmern, noch heute bei einigen Verwandten derselben, den Räder- und Moosthierchen, dann sonderten sich eine Bauch- und Rückenader mit immer mehr Querverbindungen, aber erst bei weiter entwickelten, den höheren Thieren nahestehenden Würmern, zeigen sich die Anfänge eines Herzens, welches eine vollkommenere Circulation des Blutes bewirkt, und eines besonderen Kiemenapparates, der es in unmittelbare Berührung mit der atmosphärischen Luft bringt, während bis dahin nur eine allgemeine Hautathmung stattgefunden hat. Schon längst war dem Munde die Verpflichtung, auch die Ausgangspforte des Körpers zu bilden, durch eine zweite, meist nach dem andern Körperpole verwiesene Oeffnung abgenommen worden, wobei wie erwähnt, der Urmund der Embryonalformen durch einen oft entgegengesetzt liegenden Nachmund ersetzt wird.

Es ist an dieser Stelle unmöglich, auf die vielen Abtheilungen des Würmerreiches einzugehen, bei denen eine solche Mannigfaltigkeit nach allen Richtungen hervortritt, daß es recht schwer sein würde, eine für alle Anverwandte gleichmäßig passende Erklärung des Wurmbegriffs zu geben. Welcher, ein jedes nähere Eingehen von selbst verbietender Reichthum der Formen und Färbungen, Größen und Lebensweisen, von den mikroskopischen Kleisterälchen und Räderthieren, deren Eintrocknen und Wiederaufleben oben (S. 144—147) geschildert wurde, zu den bisweilen über hundert Fuß Länge erreichenden Nemertinen, von den blattartig ausgebreiteten, im Meere und auf Bäumen lebenden Planarien, zu den dicken runden Sternwürmern, von den festgewachsenen Moosthierchen und Armwürmern zu den flinken Naïden, von den mißfarbenen Eingeweidewürmern zu den prachtvoll gefärbten Borstenwürmern, zumal der in Gold- und Edelsteinglanz schimmernden Seeraupe! Man muß eben bedenken, daß sich nach den Ansichten der neueren Zoologie sämmtliche übrigen Thierklassen, mit Ausnahme der Pflanzenthiere, aus wurmähnlichen und wurmverwandten Anfängen herleiten lassen. Die Ursache aller dieser Mannigfaltigkeit sucht man mit vieler Wahrscheinlichkeit in der Anpassung der Ahnen unserer heutigen Würmer an sehr verschiedenartige Lebensbedingungen, die nach und nach den Körperbau der einzelnen Gruppen so sehr verändert haben, daß es schließlich fast unmöglich wird, den Ausgangspunkt sicher zu erkennen.

Eines der einfachsten und lehrreichsten Beispiele hiervon bietet das im Würmerreich zu einer gefährlichen Ausbildung und Ausbreitung gelangte

Schmarotzerthum, die Gewohnheit, auf Kosten anderer Wesen zu leben. Man findet es bei den niedersten und bei den höchsten Würmern, den Aristokraten ihres Stammes, ausgebildet und die schlimmsten unserer eigenen inneren Plagegeister — man denke nur an Trichinen und Bandwürmer — entstammen ihren Reihen. Die Stellung der Parasiten in der Schöpfung ist immer ein mißliches Kapitel für die Teleologen gewesen, welche in ihnen zur Plage ganz bestimmter Mitgeschöpfe erschaffene Wesen sehen mußten, die den Gerechten und den Ungerechten befallen und unter Umständen ohne Gnade fällen, und oftmals hat man die Familie Noahs beklagt, die eine erhebliche Summe von Plagen unter eigenen Schmerzen auf die Nachwelt vererbt zu haben schien. Die neuere Weltanschauung findet weniger Schwierigkeit, sich diese häßlichen Zugaben des Daseins zurechtzulegen, und besonders bei den Würmern vermag man sich ziemlich leicht zu erklären, auf welchem Wege so viele ihrer Angehörigen zu Schmarotzern wurden. In allen Abtheilungen des vielgestaltigen Wurmreichs findet man noch jetzt freilebende Würmer, die nur gelegentlich, sei es ihre Mitwürmer, oder lieber Inhaber besseren Blutes schröpfen, indem sie sich für einige Zeit an ihrem Körper festsaugen, eine Wunde schlagen, oder sich auch wohl gleich ein wenig einbohren. Wer A gesagt hat, wird auch B sagen, und der schlanke Körper ist ihnen ebensosehr eine natürliche Verführung als eine Entschuldigung, daß sie sich so gern in fremde Körper einbohren und einschlüpfen. Würmer, die sich in der Mundhöhle oder in den Kiemen von Wasserthieren festgesetzt haben, gelangen auch gelegentlich tiefer, und lassen es sich in der Gefangenschaft wohl gefallen. Glücklicherweise einer Sippschaft entstammend, bei welcher der Hermaphroditismus noch ziemlich allgemein ist, erzeugten sie in ihrem „fidelen Gefängniß" eine unendliche Nachkommenschaft, die nach einem kurzen Leben voll Mühe, wie richtige Vagabonden nun schon um so sicherer nach ihrem Gefängniß zurückstrebt.

Die Einfachheit ihrer Organisation erlaubte namentlich den niedern Würmern, die es noch zu keiner gesonderten Leibeshöhle gebracht haben, in großer Schaar sich dem Schmarotzerleben zu widmen. Die Saugwürmer (Trematoden), von denen mehr als ein halbes Tausend verschiedener Arten beschrieben wurden, sind sämmtlich dem Parasitismus verfallen, und sie schmarotzen entweder außerhalb oder innerhalb des Körpers fremder Thiere (Ekto- und Endoparasiten) und sind höchstens in ihrer Jugend- oder Larvenzeit frei im Wasser lebende Thiere, die dann ganz bestimmte Klassen von Opfern befallen, um von ihren Säften zu zehren. Sie sind gewöhnlich mit mehreren Saugscheiben versehen, deren vorderste den Mund umschließt, mit denen sie sich an ihren „Wirthen" festsaugen, und auf diese an verschiedene Körperstellen vertheilte Saugscheiben, nicht auf eine wirkliche Mehrheit von Mundöffnungen beziehen sich die Gattungsnamen Einmund (Monostomum), Zweimund (Distomum), Doppelmund (Amphistomum), Dreimund (Tristomum), Viermund (Tetrastomum), Viel-

mund (Polystomum) von Würmern, die sich als Wirthe Thiere aller Klassen, von den Pflanzenthieren und ihres Gleichen an bis zu Weichthieren, Krebsen, Insekten, Fischen, Amphibien, Reptilen, Vögeln und Säugern erkoren, und dadurch wohl ihre Vielgestaltigkeit erlangt haben. Der große Schmarotzerforscher J. van Beneden hat sie in zwei Klassen getheilt, in Saugwürmer mit einfacher Verwandlung (Monogenea), die als Ektoparasiten auf Haut und Kiemen von Wasserthieren schmarotzen, und Saugwürmer mit Generationswechsel (Digenea), die mit ihren Wirthen wechseln und als Endoparasiten auch in die Körper höherer Thiere einwandern. Die Saugwürmer beider Abtheilungen sind sogen. Wechselzwitter, d. h. sie müssen sich gegenseitig befruchten, obwohl jedes Individuum männliche und weibliche Organe (mit getrennten Ausgängen) besitzt. Die der ersteren erzeugen wenige große, hartschalige Eier mannigfacher Gestalt mit allerlei fadenförmigen Auswüchsen, mit denen sie an fremden Körpern festsitzen, die der zweiten zahlreiche kleine Eier mit umständlicher Entwicklung. Wir müssen uns hier begnügen, aus jeder Abtheilung ein Beispiel vorzuführen.

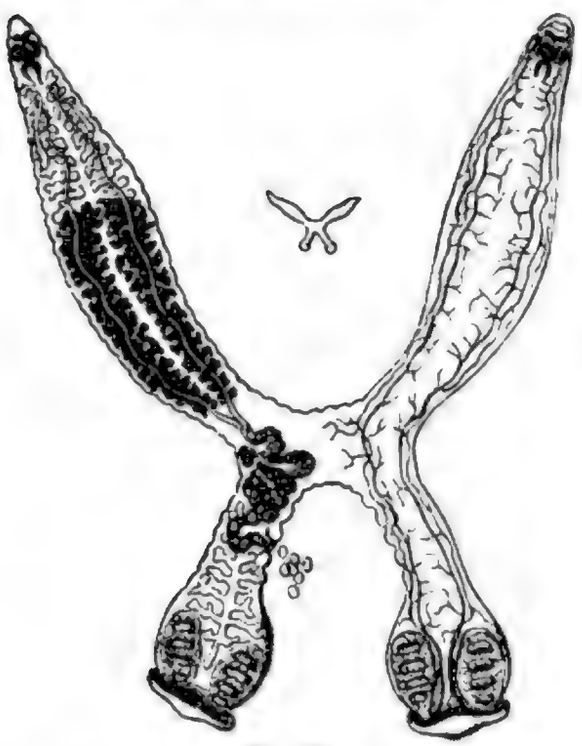


Fig. 157.
Diplozoon paradoxum Nordmann.
In natürlicher Größe und vergrößert. Die Abbildung schematisirt, um in der linken Hälfte den verästelten Darm und die Generationsorgane, rechts das exkretorische Gefäßsystem zu zeigen.

Das auf den Kiemen zahlreicher Süßwasserfische, besonders Karpfenarten schmarotzende Doppelthier (Diplozoon paradoxum Fig. 157) stellt ein wirkliches Unikum im Thierreiche dar. Aus dem mit einem langen, peitschenschnurartigen Faden versehenen Ei geht ein Saugwurm hervor, der zwei vordere Saugnäpfe, und am hintern Ende zwei ovale Scheiben mit je vier Saugnäpfen besitzt. Diese von Dujardin unter dem Namen Diporpa beschriebenen Saugwürmer verwachsen später paarweise in Gestalt eines Andreaskreuzes miteinander und bilden das geschlechtsreife Thier, dem der Entdecker dieses Vorganges, Nordmann, den obigen neuen Namen beilegte.

Viel gewundener ist der Lebenslauf der zweiten Saugwürmergruppe (Digenea), der oft einem Abenteurer-Romane gleicht. Gehen wir von dem gemeinen Leberwurm (Distomum hepaticum) aus, der sich in den Lebern der verschiedensten Weidethiere einnistet, und in feuchten Jahren

namentlich die Schafe in großer Zahl befällt, so haben wir einen kurzen, gedrungenen Wurm mit Mund- und Bauchsaugnapf vor uns, ähnlich dem hier dargestellten Doppelmund (**Distomum macrostomum** Fig. 158) aus dem Darm der Singvögel. Die zahlreichen Eier dieser Doppelmundarten, die eine artenreiche Sippschaft von Plagegeistern für allerlei Gethier bilden, gelangen mit dem Kothe ihrer Wirthe ins Freie, entwickeln sich, wenn sie vom Regen in Wasseransammlungen geschwemmt werden, zu rings umwimperten freischwimmenden Larven, die dann von Schnecken oder Süßwassermuscheln aufgenommen werden, und zwar giebt für den gemeinen Leberegel gewöhnlich eine kleine Sumpfschnecke (**Limnaea minuta**) den „Zwischenwirth" ab. In ihm wächst die Larve unter Verlust des Wimperkleides zu einem länglichen Keimschlauch (Sporocyste) heran, der ohne vorausgehende Befruchtung, also durch sogenannte Jungferngeburt (Parthenogenesis) in eine ganze Anzahl neuer Keime zerfällt.

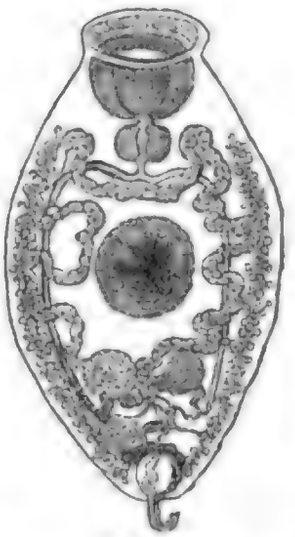


Fig. 158.
Distomum macrostomum. 36fach vergrößert. Nach Zeller.

Man nennt diese mit junger Brut erfüllten Keimschläuche auch „Ammen", und in unserem Falle, wo ihre Säuglinge nochmals zu Keimschläuchen auswachsen, sogar „**Großammen**". Es läuft dies, wie man sieht, auf eine ungeheure Vervielfältigung der Keime hinaus, die, wenn es einmal solche Eingeweidewürmer geben muß, nöthig wurde, weil immer nur ein kleiner Theil dieser in die Welt hinausgestreuten Keime des Unheils Aussicht hat, in den ihm „bestimmten" Wirth zu gelangen und in ihm Geschlechtsreife zu erreichen. Die letzten Abkömmlinge dieser Großammen und Ammen, die **Schwanzthierchen** (Cerkarien) zeigen die Gestalt mikroskopischer Froschlarven (Kaulquappen), an denen man bereits die beiden Saugnäpfe und den gegabelten Darmcanal wie in Fig. 158 bemerkt. Sie wandern sodann aus dem ausgesogenen Zwischenwirth aus, schwimmen eine Zeitlang frei im Wasser, werfen den Ruderschwanz ab und kapseln sich nun entweder (z. B. die unseres gemeinen Schafegels) an Pflanzen ein, mit denen sie später gefressen werden, oder wandern von Neuem in Wasserthiere (Schnecken, Muscheln, Krebsthiere, Insektenlarven, Fische, Amphibien u. s. w.) ein, um dort zu bleiben, und ihre fröhliche Auferstehung im Magen eines fleischfressenden Wirbelthieres zu feiern, das den zweiten Zwischenwirth verzehrt hatte. Däumlings Wanderungen durch Kuh- und Wolfsmägen bleiben das reine Kindermärchen gegen diese Zweimund-Wanderungen und man kann sich vorstellen, welche unsagbare Mühe und Geduld die **van Beneden, Leuckart, Küchenmeister** und so viele andere Wurmforscher aufzuwenden hatten, um hinter alle diese dunklen Schleichwege zu kommen, und Rathschläge zu ertheilen,

wie der Mensch sich und seine Hausthiere nach Möglichkeit vor diesen im Verborgenen auf ihn lauernden Feinden schützen kann. Erst in dem letzterwähnten Herbergsvater, dem Hauptwirthe, der meist ein Vogel oder Säugethier ist, wächst der vielwandernde Zweimund zu dem geschlechtsreif werdenden Peiniger der höheren Thierwelt heran, der selbst dem Menschen zuweilen das Schicksal des Prometheus bereitet. Von da beginnt der Kreislauf von Neuem.

Fig. 159. Bernsteinschnecke (Succinea) mit Leucochloridium behaftet.

Man bezeichnet diese Verwandlungen und Abwechselungen geschlechtlich erzeugter, mit vegetativ durch ungeschlechtliche Sprossung entstehenden Thierfolgen (Generationen) als Generationswechsel oder Metagenese und kann sich hier leicht vorstellen, wie das Schicksal eines Schmarotzers, gelegentlich von einem Raubthier verschlungen zu werden, diese Wandlungsfähigkeit des Körpers erzwungen hat. An sich verschlägt eine solche Katastrophe vielleicht dem Schmarotzer wenig, der klein genug ist, den Zähnen des Raubthiers zu entwischen und, wie Kleindäumling, zwischen den Schneiden des Wiegemessers durchzuhüpfen, und sich in den innern Leibeshöhlungen zurechtzufinden weiß, aber wenn der erste Wirth ein Pflanzenfresser war, muß er in dem Raubthiermagen vielleicht ein ganz anderer werden, nachdem er schon in dem ersten seine ursprüngliche Natur völlig umgeformt und abgestreift hatte. Oft ist die aus dem Ei kommende erste Larvenform noch mit höhern Abkunftszeichen (Sinnesorganen) versehen, als die spätere, für welche die Entwicklung von Saug- und Haftorganen gewiß wichtiger ist, als selbst rudimentäre Sinnesorgane. Zuweilen treten selbst Verführungskünste ins Spiel und der für gewöhnlich unversehens mitverschluckte Keim oder Keimsack verwandelt sich in eine Art „Trichinenwurst", ein hölliſches Blendwerk, welches die Mutter Natur einem ihrer Kinder unter der appetitlichsten Maske darbietet.

Eine solche raffinirte „Naturlist" entdeckte, ohne sie zu durchschauen, der Leipziger Zoologe Carus zuerst 1835 auf einer Elbinsel an Bernsteinschnecken (Succinea amphibia), die ihren Namen den bernsteingelben durchsichtigen Gehäusen verdanken, durch die man ihre federförmigen Kiemen deutlich hindurchschimmern sieht. Bei Beobachtung dieser zolllangen, auf den Wiesenpflanzen der Grabenränder weidenden Thurmschnecken bemerkte er einzelne Exemplare, deren sonst dünne Fühler zu dicken grün und weiß gebänderten, vorn braun marmorirten Keulen aufgetrieben waren, als wären ein paar kleine, grünbunte Räupchen eingeschlüpft und machten da ihre Kapriolen (Fig. 159). Carus taufte den aus den Fühlern herauspräparirten „Wurm" Leucochloridium paradoxum, was man etwa als „wundersamer weißgebänderter Grünling" übersetzen kann, ohne zu

wissen, was er daraus machen sollte, bis dann E. von Siebold 1853 seine Aehnlichkeit mit dem Keimsack der Zweimund- (Distomum-) Arten erkannte. Aber erst später (1874) gelang es E. Zeller, den Zusammenhang zu enträthseln und in der für einen Eingeweidewurm doppelt befremdlichen bunten Erscheinung — sonst sind solche Würmer, ihrem finstern Aufenthalte gemäß, farblos oder mißfarbig — einen merkwürdigen Fall sogenannter Mimikry zu erkennen. Zeller schloß aus der grünbunten Madengestalt dieser Keimsäcke alsbald, daß das Blendwerk auf raupenfressende Singvögel „berechnet" sein müsse, die mit Vorliebe grüne und grünbunte Räupchen fressen, während sie grellgefärbte, roth- und gelbbunte verschmähen. Er stellte deshalb Versuche mit Bachstelzen, Grasmücken, Rothkehlchen und ähnlichen Singvögeln an, denen er theils die Schnecke mit den bunten, zuckenden Hörnern vorhielt, theils die abgeschnittenen Leukochloridien mit Mehlwürmern gemengt vorsetzte. Sie griffen nicht nur sogleich begierig zu, sondern suchten den bunten Wurm sogar unter den Mehlwürmern, die sie doch sonst recht gern fressen, als besondere Delikatesse zuerst heraus. Nachheriges Schlachten der armen Opfer ihres Gelüstes erwies, daß sich der Inhalt des Ammenschlauchs nach etwa sechs Tagen zu dem im Darm der Singvögel schmarotzenden, schon früher bekannten großmäuligen Doppelmund Distomum macrostomum Fig. 158 ausgebildet hatte. Die im Keimsack steckenden Larven besitzen daher auch keinen Schwimmschwanz, wie andre Doppelmund-Larven (Cerkarien), weil sie nicht erst ins Wasser zu gehen brauchen, sondern unmittelbar und sogar mit Gewalt dem Zwischenwirth vom Hauptwirth entrissen werden.

Den weitern Verlauf ermittelte A. Heckert vor etwa zehn Jahren durch den Nachweis, daß die mit dem Vogelkoth abgehenden Eier nicht ausschlüpfen, sondern direkt von den Schnecken verzehrt werden. Im Magen der bald darauf geschlachteten Schnecken wurden die jungen Larven schon nicht mehr vorgefunden; an Kopf und Schwanz mit spitzen Anhängen versehen, bohren sie sich nach kurzem Aufenthalt durch die Magenwände, um sich in den benachbarten Organen anzusiedeln. Sie wachsen, auch darin von den Artgenossen abweichend, im Schneckenleibe nicht zu den gewöhnlichen ungegliederten Keimsäcken der Distomen heran, sondern zu einem strauchförmig verästelten Gebilde (Fig. 160), dessen Zweigspitzen anschwellen und zu den bunten Keimschläuchen auswachsen. Die beiden ältesten Schläuche verlängern sich, bis sie in die beiden großen Fühler der Schnecke hineingewachsen sind, aus denen sie von den Singvögeln herausgerissen werden, weil ihre Bewegungen und die bunten, durch die dünne Fühlerhaut schimmernden Farben sie als Raupen erscheinen lassen.

Allem Anschein nach entwickelt sich übrigens der Inhalt der Keimschläuche nur im Magen jüngerer Vögel weiter; es gehen demnach viele Keimschläuche ohne Nachkommenschaft zu Grunde. Diese Verluste werden aber dadurch wieder ausgeglichen, daß die strauchförmig verzweigte Ammen-

Generation im Leibe der Bernſteinſchnecke mehrere Jahre hindurch am Leben bleibt und immer neue Schläuche erzeugt. Da nun die Schnecken ebenfalls ein zähes Leben und, wie wir oben (S. 159) ſahen, ein ſehr ſtarkes Regenerationsvermögen beſitzen, ſo ergänzen ſich die ihnen abgeriſſenen Fühler zu wiederholten Malen von Neuem und werden jedesmal wieder mit dem gleißenden Inhalt neu hineinwachſender Keimſchläuche erfüllt. Wer weiß, wie oft ſich dieſes grauſame Spiel unter günſtigen Umſtänden wiederholen mag. Wir haben dieſen Fall ſo eingehend betrachtet, weil ſich in ihm eine der wunderbarſten Anpaſſungen und Ausnützungen gegebener Verhältniſſe darbietet, die ſich die Phantaſie irgend erſinnen kann. Man braucht nur darauf ſeine Aufmerkſamkeit zu richten, wie weit ſich die Lebensgeſchichte dieſes Schmarotzers von der ſeiner nächſten Verwandten entfernt hat, um zu erkennen, wie rückſichtslos ein ſolcher Wurm, dem alle Vortheile gelten müſſen, ſeinen Weg zum Ziele gefunden hat, wie dabei alle Zählebigkeit der Schneckennatur, alle Schwächen des Vogelherzens, das nun einmal ſo einem zartgefärbten zappelnden Biſſen nicht widerſtehen kann, ausgenützt wurden.

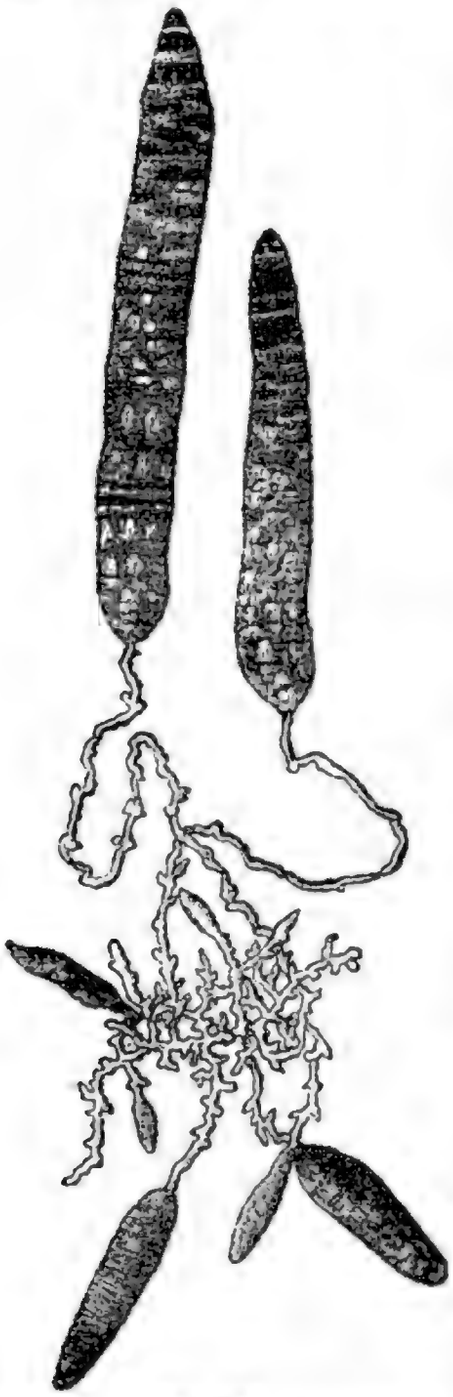


Fig. 160
Der aus der Schnecke herauspräparirte Ammenſtock von Distomum macrostomum, mit ältern und jüngern Keimſchläuchen, von denen die älteſten in die Schneckenfühler dringen. 125 mal vergrößert.

Man kann freilich auch ſagen, alle dieſe täuſchenden Errungenſchaften waren ihm nöthig, denn die Art konnte ſich allem Anſcheine nach nur dadurch erhalten, daß ſie ſolche Liſten ausprobirte. Trotz aller Künſte ſind nämlich mit den Keimſchläuchen behaftete Bernſteinſchnecken nicht gerade häufig. „Aber war es denn", fragt der Teleologe, „ſo unbedingt nöthig, daß dieſe Höllenbrut, die doch höchſtens in den Augen der Darwinianer und der Schüler Schopenhauers einen gewiſſen Werth beſitzt, überhaupt am Leben blieb? Würde mit ſeinem Untergang die Kette der

Schöpfungswunder irgendwie zerrissen? Bedurfte es noch solcher Beweise für die Rücksichtslosigkeit des Kampfes ums Dasein? Zu ähnlichen Zweifeln, Gewissensbedenken und Betrachtungen führt auch ein Blick auf die Familie der Bandwürmer oder Cestoden, die zu den schlimmsten Plagegeistern von Mensch und Thier gehören, und für deren Daseinsberechtigung die Optimisten nur schwache Trostgründe beizubringen wußten, so daß die Theologen ihren Ursprung am liebsten dem Teufel zugeschrieben hätten. Wie man den Krankheits-Bakterien nachgerühmt hat, daß sie widerstandsfähige Rassen züchten, so kann man den Eingeweidewürmern allenfalls nachsagen, daß sie allzu unreinliche Rassen decimiren, und Reinlichkeitsgebote, wie auch die Vorschriften des Moses gegen Schweinefleischgenuß, veranlaßt haben. Die Entwicklungslehre ist wohl die einzige philosophische Richtung, die sich mit dem Dasein dieser Plagegeister abfinden kann, ohne sich darüber in religiösen oder andern Zweifeln an Weltvernunft u. dergl. aufzureiben.

Als den Wirth wechselnde Parasiten, deren Junge immer nur zu einem winzigen Procentsatze Aussicht haben, ihr Ziel zu erreichen, müssen auch die Bandwürmer eine ungeheure Fruchtbarkeit entwickeln, um die Verluste auszugleichen, und ihre bequeme Ernährungsweise bietet ihnen die Mittel dazu. Hierbei kam ihnen aber noch eine andere Eigenthümlichkeit des Wurmkörpers zu statten. Die einseitige Längsausdehnung desselben forderte gewissermaaßen zur besseren Verwaltung und Versorgung der einzelnen Theile einen Ausgleich durch Theilung in zahlreiche gleichwerthe Querstücke (Metameren), wie wir sie bereits bei niederen Wurmformen angedeutet, am vollständigsten durchgeführt aber erst in der Abtheilung der Ringelwürmer finden, zu denen Regenwurm und Blutegel gehören. Bei diesen Würmern ist es oft fast nur der Kopftheil, der eine besondere Organisation besitzt, sofern sich an ihm Mund und Freßwerkzeuge, Fühler und Sinnesorgane localisirt und ihn zum führenden und für alle nachfolgenden Glieder sorgenden Theil gemacht haben. Die Zahl der letzteren pflegt daher auch in keiner Weise bestimmt oder begrenzt zu sein, man kann sich den Wurmkörper hinten immer weiter sprossend denken, wie eine jener Pflanzen, die in derselben Richtung immer neue und neue Glieder treiben, und für alle diese nachgeborenen Theile mußte der einzige Mund die Nahrung schaffen, bis er es nicht mehr vermochte, und damit das Wachsthum in's Ungeheure begrenzte. Es ist möglich, daß sich in einer gewissen Schöpfungsperiode dieser Vorgang in Ausbildung ungeheuer langer Wurmformen geäußert hat, von denen uns aber wegen ihrer Skelettlosigkeit wenig Spuren geblieben sind. In der That kennt man schon aus den ältesten kambrischen und silurischen Schichten Abdrücke außerordentlich langer, Ringelwürmern gleichender Wesen, wie z. B. Fig. 30 ein solches zeigt. Aber diese vermeintlichen Wurmabdrücke sind bisher immer ohne Kopf gefunden worden, weshalb sie einige Naturforscher für Algen, andre mit noch größerer Wahrscheinlichkeit für Abdrücke von Krebs- oder Wurmspuren

ansehen. Ihre oft ansehnliche Länge wäre offenbar kein Beweis gegen ihre Wurm-Natur, denn bei ausreichender Nahrung hat diese Art von Gliedersprossung keine Grenzen, wie wir an den immerhin mit den Metameren höherer Würmer vergleichbaren Sproßketten der Bandwürmer (Fig. 161) sehen, welche mitunter hunderte von Fußen lang werden. Bei ihnen wandert der, in der Regel im Fleische eines anderen Thieres zur Ausbildung gekommene, sogenannte Kopf oder Skolex in den Magen eines Fleischfressers; die Gliedstücke enthalten aber hier, da das Thier nur zubereitete Nahrung aufnimmt und im Ueberflusse findet, nichts als Fortpflanzungswerkzeuge und -Producte, die sich bei ihrer Reife von der Sproßkette trennen, wodurch sie den Eindruck selbständiger Personen machen und von vielen Naturforschern auch so aufgefaßt werden.

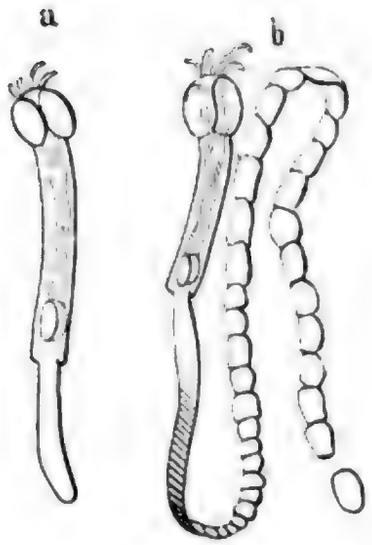


Fig. 161.
a Kopf (Skolex) eines Eingeweidewurms, b derselbe mit nachsprossenden Endgliedern.

Die Sproßketten der Bandwürmer erwecken, indem sie an das Sprossen höherer Ringelwürmer erinnern, den Eindruck, als ob diese Thiere den Verlust ihrer Leibeshöhle und andere niedere Organisationsverhältnisse erst ihrer schmarotzenden Lebensweise verdanken. In Wirklichkeit erheben sie sich nur sehr wenig über die Saugwürmer, von denen sie z. B. ihre Haftorgane geerbt zu haben scheinen. Der Kopf erinnert lebhaft an die Larven (Cerkarien) derselben. Allerdings übt die neue Lebensweise einen großen Einfluß auf die Organisation der Wesen, die sich ihrer Freiheit und Selbständigkeit begeben und einem faulen Schmarotzerthum widmen. Alle solche Thiere (und in ähnlicher Weise auch derartige Pflanzen), verlieren in Folge dieser Lebensweise gewisse äußere und innere Fähigkeiten und Erwerbungen ihrer durch eigene Anstrengung lebenden Vorfahren; ihre Körperfarbe wird matt und mißtönig, die Bewegungs- und Sinnesorgane bilden sich bis zum vollkommenen Verschwinden zurück, selbst Magen und Verdauungswerkzeuge werden einfacher und verschwinden zuweilen vollständig, kurz, das Thier scheint, statt wie andere Wesen in seiner Entwicklung vorwärtszuschreiten, immer tiefer in seiner Organisation zu sinken. Recht merkbar wird das zwar erst, wenn sich bereits weiter in ihrer Körperbildung fortgeschrittene Thiere, wie z. B. Schnecken, Krebse, Insekten, Fische — höher hinauf im Thierreiche kommt eine solche Erniedrigung nicht vor — dem Binnenschmarotzerthum widmen. Man pflegt ihren Verlust der Sinnes-, Bewegungs- und andrer Organe sowie der Gesammthöhe ihrer Organisation als *rückschreitende Metamorphose* zu bezeichnen. Der Name erscheint berechtigt, weil das junge Thier

dann im Allgemeinen vollkommener organisirt ist, als das ältere, aber man darf nicht vergessen, daß dieser Begriff relativ ist, und daß der Parasit für seine neue Lebensweise wirklich vollkommener organisirt ist, als das

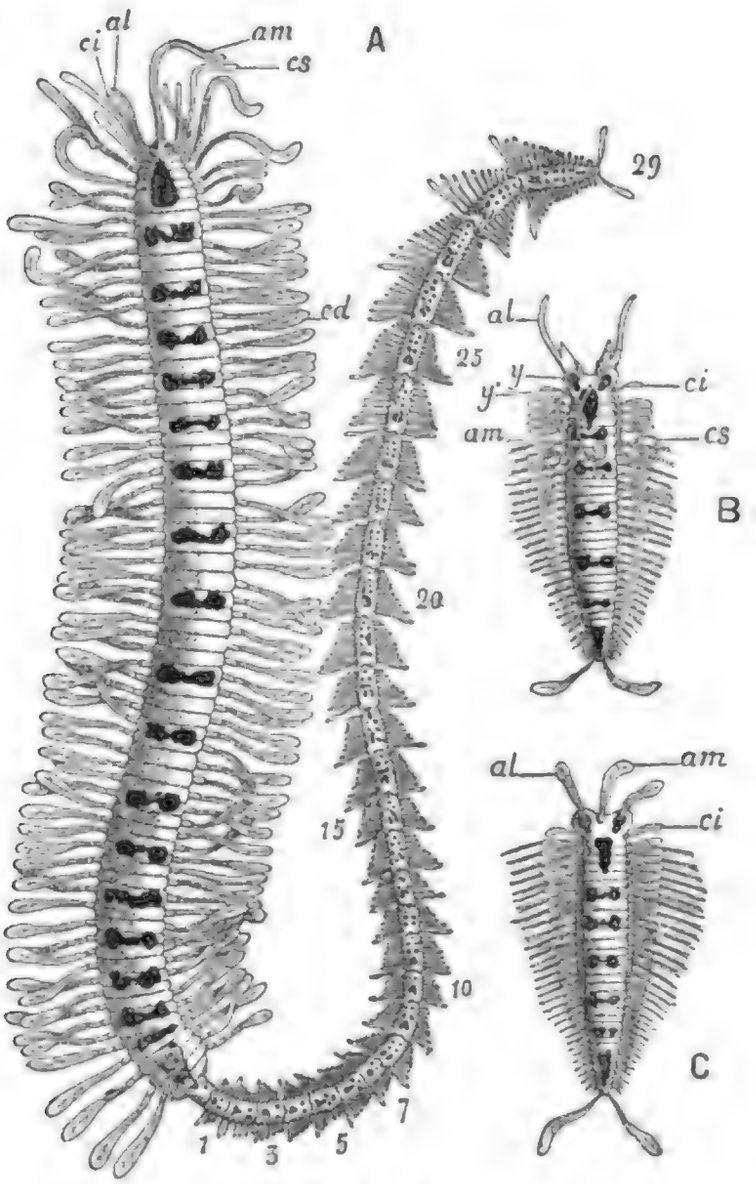


Fig. 162

A Myrianida mit einer Kette von 29 Sproßthieren (1—29), die sich trennend theils Männchen (B), theils Weibchen (C) werden, während das Mutterthier (die sog. Amme) geschlechtslos bleibt. y, y' Augen, die zu einem Paar Doppelaugen verschmelzen, am unpaarer Mittelfühler, al paarige Seitenfühler, ci, cd, cs Fühlcirren. (Nach Perrier, Colonies animales.)

wandernde Jugendthier, welches den freilebenden Ahnen gleicht, daß er gewisse zweifellose Vortheile erlangt haben wird, als z. B. vorzüglichere Saugwerkzeuge, Hakenkränze zum Festhalten u. A. Auch mag er seine Lage im Allgemeinen verbessert haben, denn man weiß, daß Eingeweidewürmer mit ihren Wirthen unter Umständen ein Alter bis zu zwanzig

Jahren erreichen, wie es einem frei lebenden Wurm nur selten beschieden sein dürfte.

Noch bei den höchststehenden Ringelwürmern, den Borstenwürmern (Chätopoden) kommt ein derartiges Fortsprossen des Körpers vor, namentlich in den Familien der Euniciden und Syllideu. Bei Myrianida (Fig. 162) nimmt es die Form eines Generationswechsels an. Vor den Endabschnitten entstehen durch Knospung Gruppen neuer Segmente, deren vorderstes sich zu einem Kopfe umbildet. Indem nun zwischen dem letzten Segmente des Ammenthieres und dem neugebildeten Kopfe sich wieder neue Segmente einschieben, von denen das vorderste zum Kopfe wird, und dieser Vorgang sich noch vielfach wiederholt, entsteht eine Kette von Geschlechtsthieren, die durch Paarung eine neue Ammengeneration erzeugen.

Fig. 163.
Palolowurm mit 2 Endstücken, von denen das eine früher für den Kopf gegolten hatte.

Mit einem geheimnißvollen Dunkel war bis vor Kurzem ein ähnlicher Vorgang bei dem Palolowurm (Lycidice viridis Fig. 163) umgeben. Wie schon der alte Rumphius mit Erstaunen berichtet, wimmelt zu einer genau bekannten Zeit (bei Eintritt des letzten Mondviertels im Oktober oder November oder auch an beiden Tagen) an bestimmten flachen Stellen gewisser Korallen-Inseln der Südsee (namentlich bei den Samoa-, Tanga-, Viti- und Gilbert-Inseln) das Meer in den Morgenstunden vor Sonnenaufgang plötzlich von langen dunkelgrünen bis indigblauen kopflosen Würmern auf, die in Menge gefangen und als Delikatesse verzehrt, zu einem Feste der Insulaner Anlaß geben und nach wenigen Stunden auf Jahresfrist völlig verschwunden sind. Die mit den männlichen und weiblichen Geschlechtsproducten erfüllten Abschnitte des Wurmkörpers haben sich dann, dieselben entleerend, von einander getrennt und sind zu Boden gesunken. Erst in den letzten Jahren ist das mit einem mittleren unpaaren und zwei Paar seitlichen Fühlern versehene, viel breitere Kopfstück von Friedländer und Thilenius entdeckt worden, weil es in den Spalten

der Kreuzlinie verborgen bleibt, und jedenfalls nur genau entsprechenden Teil des Gesichtseindruckes erhielte. Der Zusammenhang des Gesichtsfeldes mit den Muskelpaket setzt sich so eng geschlossen, daß auch in diesem Einzel mit Genauigkeit, in welchem Teil des Kreuzlinienfeldes mit Bewegung, die Bewegungen gar keinen Stande, wie im Meere herumtreiben lassen. Tritt das Tiefe Wandererei am Morgen einen bestimmten Tagen ein, so ist der bleiben vorübergehende Zeit bei Saugling, und dies sind es dann Tagesreise verursachenden und nachfolgenden Tagen immer nur wenige Zeitlich verbunden. Die Ursache bleibt Zusammenhangen der Abteilung mit dem Wandererei ist gar Zeit noch völlig knüpft.

Diese Hülle zeigen sind, wie die Segmente der Wimmer durch Spaltung entstehen, aber mögen so bei ihnen notwendig der Verwehrung und Fortpflanzung können, gleich wie wir in Fig. 149 die Muskelfasern sah durch Segmentation in viele Scheibenmuskeln theilen haben, so ist es bei ersten Wimperbewegungen mit begrenzter, mehr wahrscheinlich Ringwall nicht eine Verwandlungsleistung. Die ist allerdings im Thier- und Pflanzenreiche ein Ringwall von großer Verbreitung, bei einer anderen einer Erscheinung in der Segmentabteilung der Flimmerringwall und in der Gliederbildung bei Wurmleichen und -Arme sonst in der Wirbel- und Rippenbildung der Wirbeltiere findet, heute Zahl die bei manchen Tieren, Amphibien, Schlangen außerordentlich groß über den Wirbelsäulen erhalten und vermindern kann. Es ist daher auch wahrscheinlich, daß auch bei diesen Segmentschaft von Ringmuskelmassen und Wirbelsäulen sprechen zu wollen, weil beide Verwandlungsleistung zeigen. Einander wirklich homologe sind nur die Segmente der Zwischen, Flimmerorgane, Reife, Ringelwürmer und vielleicht hörigenen gewisser Räderthieren, die bei den Larven der Ringelwürmer und Krebsthieren oft sehr ähnlich sind.

Fig. 164.

Gallertartiger Wimperring, von den Larven Krebsthiere gebildeten Wimperorgane, Verwandlungen, Weiterbildung und Wiederausgestaltung zu sehen.

Im Ganzen zeigt die Segmentbildung den Charakter einer Wiederholung bei weiter entwickelnden Unterschieds, und auch bei dem nicht mehr nachweisbaren Wimperorganen, den einer gar höheren Thiere verbundenen Eigenschaften. Besonders wie einen gestörenen Wimperring (Fig. 164), so leben wir, wie jener Räderthier sein eigenes Wimperorgan, Geschlechts-, Nervens-, Verdauungs- und Athmungsorganen Thieren ausgebildet hat, auch bei Wurmreihe (S. 269) können in einem Glied wieder, ja in vielen Fällen selbst je seine

eigenen Athmungs- und Bewegungsorgane, in einzelnen sogar seine besonderen Sinnesorgane: Fühler und ein Paar unvollkommener Augen. Selbst seine Nervenringe hat jedes Stück für sich, nur der Mund und der Hauptnervenring sind dem Kopfstück vorbehalten, das als einziger gemeinsamer Theil für die Herbeischaffung der Nahrung sorgt und nur die Zubereitung und Verarbeitung derselben den einzelnen Querstücken überläßt. Man hat daher solche aus dem Gesammtorganismus herausgeschnittene, die meisten Organe enthaltenden Querstücke lange Zeit, manchmal jahrelang fortleben, neue Köpfe und Schwänze bilden sehen, ähnlich einem Pflanzensproßstück, dem man Feuchtigkeit und Nahrung bietet. Immerhin sind im Wurmkörper die, wenn auch ihrer Zahl nach wechselnden Querstücke, welche, weil sie alle Lebensorgane in Wiederholung besitzen, ziemlich selbständig sind, durch den Kopf enger zum Individuum verschmolzen, als die sogenannten Internodien, d. h. die zwischen zwei Knoten eingeschlossenen Sproßtheile des Pflanzenstammes. Es war eben ein neuer Anlauf der Natur, statt wie in den einfachsten Organismen bloße Zellen, hier Querstücke, deren jedes ganz wohl einen selbständigen Organismus darstellen könnte, zu einem Ganzen aneinander zu reihen, wodurch das werthvolle Rohmaterial zu einer später erfolgenden weiteren Arbeitstheilung geschaffen wurde.

Zahlreiche Arten von Ringelwürmern, deren häufigster und bekanntester Vertreter der gemeine Regenwurm ist, haben sich an das Leben in feuchter Erde gewöhnt, und durchwühlen sie in allen Richtungen, um sich von den organischen Beimischungen derselben zu ernähren. Ch. Darwin, dem die Beobachtung der stillen Thätigkeit der Regenwürmer seit langen Jahren zu einer Lieblingsbeschäftigung geworden war, hat in seinem letzten Werke zu zeigen gesucht, daß die in vielen Bodenarten zu einer ungeheuren Zahl anwachsenden Würmer sowohl in geologischer Beziehung als besonders für die Fruchtbarkeit des Bodens wichtige Wirkungen hervorbringen. Einerseits führen sie dem Boden bedeutende Mengen Dungstoff zu, indem sie die welken Blätter des Herbstes mit großem Geschick in ihre Löcher ziehen und verzehren, dann aber bringen sie die tieferen Schichten des Bodens beständig nach oben, indem sie sich senkrecht einwühlen, dabei die Erde durch ihren Körper gehen lassen und sie in Gestalt wurmförmiger Massen, mit stickstoffhaltigen Auswurfsstoffen getränkt, über ihren Gangmündungen anhäufen. Sie bewirken dadurch gleichzeitig ein allmäliges Bedecken und Sinken der obern Schicht in die Tiefe, indem sie die Oberfläche mit immerfort aus der Tiefe emporgebrachten Erdtheilen überschütten, und haben so im Laufe der Jahrhunderte die Bergung verlorener Münzen und Kunstgegenstände, ja ganzer Steinmonumente und Mosaikfußböden bewirkt, freilich auch Mauern, deren Fundamentirung nicht tief genug war, zum Sinken gebracht, indem sie mit ihren Gängen unter den Fundamenten hindurchgingen. Dadurch, daß sie beständig bewegliche Massen an die Oberfläche brachten, und der Wirkung von Wind und Regengüssen aussetzten, haben sie nicht unbeträcht-

sich zur Abnagung der Höhen und Ausfüllung der Tiefen beigetragen. In wärmeren Ländern giebt es Arten, die über ihren Hoffnungen mehrere Zoll hohe Thürmchen und der mit ihren Ephemeriden vermischten Erde errichten, und in Südamerika, Australien und andern wärmeren Ländern hat man Arten gefunden, welche die Länge mehrerer Fuße erreichen und

Fig. 19.
Die entwirrte Nestmethode (Megascolides australis). Nach „La Nature".

denen man die Namen Anisoura und Titanus beigelegt hat. Ein erst in der neueren Zeit bekannt gewordener Urbewohn vom Cap der guten Hoffnung erreicht die Länge eines ausgewachsenen Menschen bei einer Dicke von einem halben Zoll, und ein nur gegen Zollern von Mac Coy in Gippsland (Australien) entdeckter Riesenwurm (Megascolides australis [Fig. 19]) wird noch bedeutend länger und dicker.

Digitized by Google

Die Ringelwürmer sind im Vergleich zu den Strudel-, Platt- und Eingeweidewürmern viel weiter entwickelte Thiere, die ja schon durch die Ausbildung einer besonderen Leibeshöhle und viel vollkommenerer Sinnes- und Bewegungsorgane weit über dieselben emporragen, so daß die Zoologen nur mit großem Widerstreben sich bereit finden lassen, sie mit denselben in eine Klasse zu stellen und viele von ihnen sich überhaupt weigern, dies zu thun, und die Ringelwürmer lieber mit den Krebsen, Spinnen und Insekten zur Klasse der Gliederthiere (Artikulaten) vereinigen möchten. Wenn man einen Tausendfuß oder einen Peripatus einem der schönen Meer-Ringelwürmer aus der Abtheilung der Borstenwürmer mit ihren lebhaft farbigen Körperanhängen vergleicht, wird man dies auch sehr gerechtfertigt finden. Aber andererseits sind doch recht zahlreiche morphologische und physiologische Uebergänge — man denke nur an die obenerwähnte Gliedersprossung — zwischen ringellosen und Ringelwürmern vorhanden, und ebenso sind so zahlreiche Anklänge an andere Thierklassen bei verwandten Würmern bemerklich, daß es am rathsamsten scheint, die Würmer als Mittel- und Stammgruppe der höhern Thierklassen bei einander zu lassen, und in ihren durch zahlreiche Uebergänge verbundenen Kreisen die unter einander noch näher verwandten Wurzeln der Stammbäume jener Klassen zu suchen. Wenn man auch scherzhaft gesagt hat, das einzige Gemeinsame mancher Wurmformen wäre ihre Längsstreckung, so würde man doch in Verlegenheit gerathen, von den andern Würmern gewisse bald zu besprechende Wurmformen, die ihre besondern Seitenwege gegangen sind, und dem Anscheine nach dabei weitreichende Erfolge und Nachkommenschaft gehabt haben, gänzlich loszutrennen.

Die Ringelwürmer selbst, die in ihren harten Mundwerkzeugen (Kiefern) und Röhrenbauten die ältesten sichern fossilen Spuren dieser sonst so vergänglichen Thierklasse hinterlassen haben, sind ein solcher Wurzelstamm, nämlich die zweifellosen Ahnen der Wasser- und Luftgliederthiere (Krebse, Spinnen, Tausendfüße und Insekten). Gegenüber den niedern Würmern zeigen sie nicht nur eine bedeutende Vervollkommnung der Ernährungs-, Sinnes- und Bewegungsorgane, sondern sie haben auch bereits viele sonst vom Gesammtorganismus geleisteten Thätigkeiten besondern Organen übertragen, z. B. die Athmung, welche bei den niedern Würmern von der gesammten Oberhaut geleistet wurde, besondern äußern Cirren und Kiemen; die Fortbewegung, die sonst durch Dehnungen und Zusammenziehungen, Windungen und Schlängelungen des Gesammtkörpers beim Kriechen und Schwimmen erzielt wurde, fand Unterstützung durch besondere Fußstummel und Ruder. Ursprünglich scheint jedes Querstück seine eigenen Bauch- und Rücken-Anhänge gehabt zu haben, von denen sich die Bauchwärzchen (Fig. 166 p) zu Fußstummeln, die Rückenanhänge (p') zu Kiemen (br) ausbildeten, ein fernerer bedeutsamer Fortschritt lag dann auf dem Wege einer weitern Arbeitstheilung, wenn einzelne Querstücke sich vorzugsweise

der Fortbewegung, andere der Ernährung, noch andere der Verdauung und Athmung und wieder andere der Fortpflanzung widmen konnten.

Wir müssen hier viele Wurmfamilien übergehen und wollen zunächst noch einmal an die von vielen Naturforschern hierhergestellten mikroskopischen Räderthiere (vgl. Fig. 60) erinnern, Thierformen, die statt unendliche

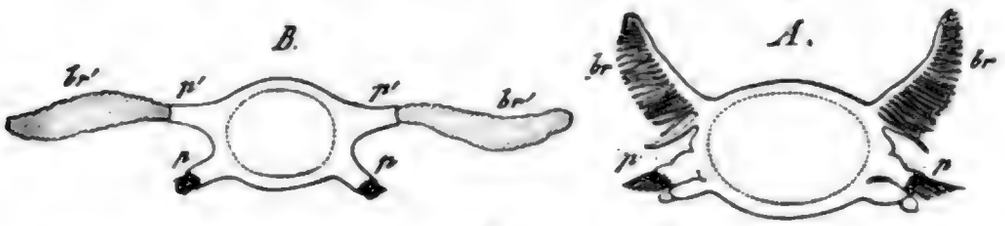


Fig. 166.

Schematische Querdurchschnitte von Ringelwürmern, um die Anhangsgebilde zu zeigen. A Eunice, B Myrianida, p Bauchstummel, p' Rückenstummel, br Kiemen, br' Cirren.

Metameren-Reihen zu erzeugen, früh und auf niederster Stufe eine Arbeitstheilung durchführten, welche die ihnen von mehreren Seiten zugedachte Ehre als Ahnen der Moosthierchen (Bryozoen), Darmkiemer, Stachelhäuter oder gar der Krebsthiere angesehen zu werden, nicht so ganz unwahrscheinlich und unberechtigt erscheinen läßt. Doch muß bemerkt werden, daß eine sichere Begründung solcher Ansprüche sehr schwierig und jedenfalls noch nicht zweifellos gelungen ist. Die Grundlage dieser Vermuthungen ist, daß die Larven jener Thiere häufig Räderthieren ähnlich erscheinen und namentlich jene Wimperorgane besitzen, deren Wasserwirbel erzeugendes Spiel letzteren ihren Namen verschafft hat. Indessen entspricht die dem Räderthier ähnliche Larve dann gewöhnlich nur dem Kopftheil des späteren Thieres, aus welchem die hinteren Metameren hervorsprossen, wie wir dies namentlich bei den Krebsen erkennen werden.

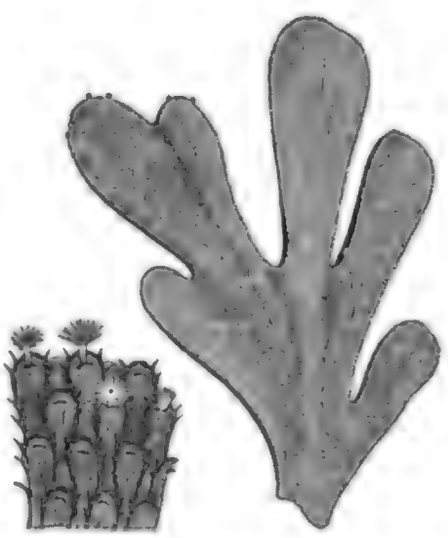


Fig 167.

Flustra foliacea, rechts die ganze Kolonie in natürlicher Größe, links ein Stück vergrößert.

Den Räderthieren nähern sich in ihrer Allgemeinorganisation auch gewisse Wurmverwandte, die sich nachmals einer festsitzenden Lebensweise hingaben und dadurch ihr Aussehen in nicht weniger einschneidender Weise von derjenigen der freilebenden Würmer entfernten, als es die Eingeweidewürmer thaten. Das erste Geschäft sich seßhaft machender Thiere pflegt der Aufbau eines Hauses, die Absonderung einer Schale zu sein, da sie ihren Feinden nicht wie das freibewegliche Thier entwischen können, sondern

ihnen Stand halten müssen, während andererseits das freibewegliche Thier höchstens einen leichteren Panzer gebrauchen kann. Solche Thiere bauen dann gern zu gegenseitiger Stütze Haus an Haus. Neben den Korallenstöcken unterschied man früh ähnliche Gemeindehäuser (Phalansteren) kleiner Thiere, die ein geselliges Dasein pflegen, die Gehäuse der Moosthierchen oder Bryozoen, fälschlich auch als Mooskorallen bezeichnet. Ihr aus hornartigen oder kalkigen Stoffen erbautes Zellengefängniß überrindet entweder andere Gegenstände, z. B. die Flächen der Seetange oder bildet selbst derartige blattartig verbreiterte Fächer, daß wir einen solchen für einen Tang ansehen könnten (Fig. 167). Aber wenn wir uns still verhalten und genau zuschauen, so gewahren wir bald, daß jede einzelne Zelle dieser vermeintlichen Pflanzen sich mit einem Fenster nach außen öffnet und daß wenigstens in den oberen Theilen aus jedem Fenster ein Persönlein herausschaut, welches immerfort mit vielen Armen nach Nahrung fischt, indem es um seine Mundöffnung einen kleinen Wasserwirbel unterhält. Die Mundarme (Tentakel) stehen entweder auf den Rändern zweier seitlich vom Munde stehender Arme, wie bei der Tiefseeart Rhabdopleura mirabilis, die eine besondere Unterklasse (Pterobranchiaten) für sich bildet, oder in ununterbrochener Reihenfolge auf einem kreis- oder hufeisenförmigen Träger bei allen übrigen Moosthierchen (Holobranchiaten). Das wäre nun ungefähr, wie es bei den Korallenthieren auch üblich ist, aber im Magen sieht es ganz anders aus. Hier wird ordentlich verdaut, das Brauchbare durch eine Magen- und Darmwand aufgesogen, das Unbrauchbare durch eine besondere, neben dem Munde liegende Ausgangsöffnung, zu der sich der Darm zurückkrümmt, wieder ausgeworfen. Es ist also ganz ebenso wie bei den höher stehenden Würmern bereits eine abgesonderte Leibeshöhle vorhanden, in welcher blos der fertige Nahrungssaft (Blut) aufgenommen wird. Das Thier ist auch nicht regelmäßig strahlig gebaut, sondern nach dem Wurmtypus (Fig. 168), die Aehnlichkeiten und Annäherungen an Korallenthiere beschränken sich daher auf einen äußerlichen, durch die gleichmäßige Lebensweise erzeugten Anschein. Jedes Würmchen hat sich gleichsam, um mit den andern gute Nachbarschaft zu halten und Niemandem mit seinem Auskehricht zur Last zu fallen, so zusammengebogen, daß die Hinterthür neben der Vorderthür zu liegen kommt und beide frei nach außen führen. So mit zusammengekrümmtem Leibe und deshalb umgebogenem Ernährungscanal stecken sie in ihren hartwandigen Zellen und ganz ähnlich sehen wir manche Sackwürmer, die ein geselliges Dasein führen, verfahren. Sie bieten überhaupt mit diesen mancherlei Aehnlichkeiten, die auf eine gemeinsame Abstammung von niedern Würmern (Räderthierchen?) schließen lassen. Die Organisation der Moosthierchen ist eine bedeutend höhere als die der Korallen, mit denen sie früher zusammengeworfen wurden; in den wimperbesetzten Tentakeln ist die Athmung localisirt und am Schlunde hat sich ein Nervenknoten ausgebildet, damit

die Nahrung mit einigem Verstande gewählt und eingeschluckt werden kann. Eine Geschlechtertrennung, wie bei den höheren Würmern, hat aber noch nicht stattgefunden; das Wachsthum des Stockes geht auch durch Sprossung an den äußeren Theilen, wie bei den Korallen vor sich. Von den vielen, Rinden, Blätter, durchbrochene Fächer, strauchartige Gebilde u. s. w. auf-

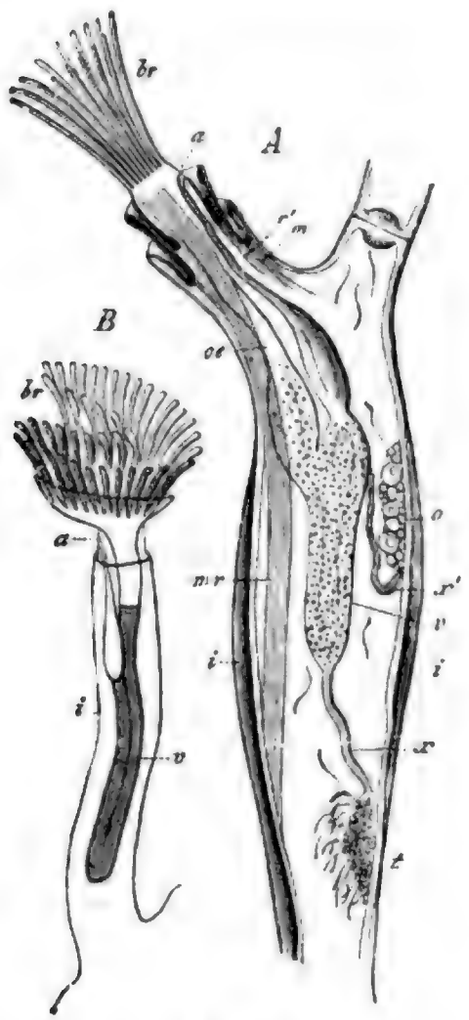


Fig. 168.

Moosthierchen. A Plumatella fruticosa. B Paludicella Ehrenbergii. br Tentakelförmige Kiemen. oe Munddarm, v Magen, a Auswurfsöffnung, i Gehäuse, t und o Geschlechtsorgane, m Muskeln. Stark vergrößert. (Nach Allman.)

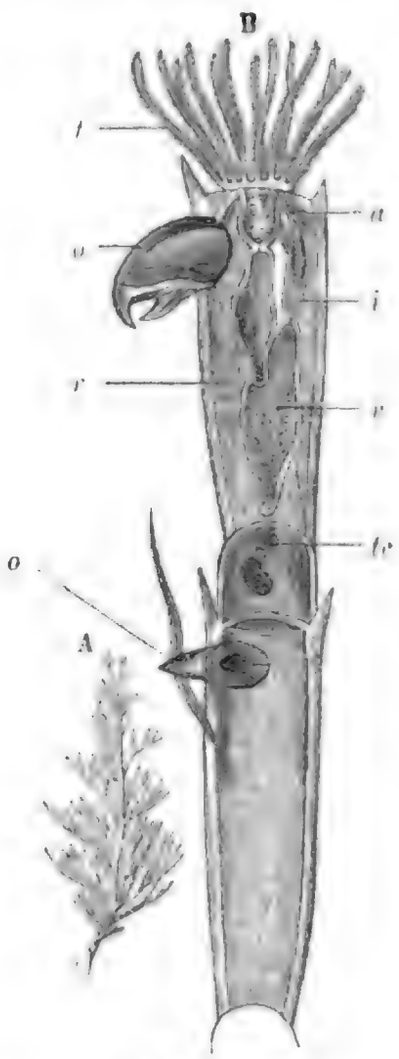


Fig. 169.

Moosthierchen mit Vogelschnäbeln (Bugula avicularia). A Stock in natürlicher Größe. B Zwei vergrößerte Einzelthiere. o Vogelschnäbel, t Fühler, v Magen, r Muskel, i Darm, a Auswurfsöffnung, to Testikel.

bauenden Moosthierchen der Urzeit leben heute nur noch wenige Nachkommen. Die Mehrzahl dieser heute in süßem und salzigem Wasser vorkommenden Einträchtigkeitsmuster dieses Geschlechtes gehören, wie bei den Korallen, fortgeschrittenen Gattungen an, die ihre Röhrchen mit einem Kalkdeckel verschließen und erst viel später in der Jurazeit das Welttheater betreten haben. Uebrigens bemerkt man bei ihnen bisweilen eigenthümliche

Gesellschafter, Individuen, die einem auf- und zuklappenden Vogelschnabel (Ornithoramphen oder Avikularien vgl. Fig. 169o) gleichen, andere (Vibraculariен), die einen bloßen Rüssel darstellen, wahrscheinlich Ueberbleibsel einer ehemaligen Arbeitstheilung unter den Einwohnern des Gemeindehauses, bei der ein Jeder, wie die Gemeindeglieder der Röhrenquallen oder die Angehörigen eines Fourier'schen Phalansteres sein besonderes Geschäft hatte, die Schnabelthiere das Geschäft zu fangen, die Rüsselthiere zu spionieren u. s. w. Heute sind es nur noch bei einzelnen Arten auftretende, sonderbare Erbstücke, wie denn auch den 1850 fossilen Arten nur etwas über 700 lebende gegenüberstehen.

Man hat die Moosthierchen für die Ahnen der sogenannten Spiralkiemer oder Armfüßler (Brachiopoden) halten wollen, weil das Junge derselben einem Moosthierchen ähnlich ist. Die Spiralkiemer besitzen für den weniger scharfen Blick äußerlich ganz das Aussehen einer gewöhnlichen zweischaligen Muschel. Allein wenn man genauer hinschaut, so bemerkt man leicht eine Anzahl wesentlicher Unterschiede. Von den beiden Schalen ist die eine größer und umfaßt an der Charnierseite die andere, indem sie, das Gehäuse mit einem Bucheinbande verglichen, auch den Rücken desselben bildet. Durch ein an diesem übergreifenden Theile befindliches Loch tritt ein Fuß oder Stiel, mit welchem das Schalthier auf dem Meeresboden festgewachsen ist. In großer Zahl, wie junge, eben aufgegangene Bohnenpflänzchen, drängen sich diese festgewachsenen Zweiklappthiere der verschiedenartigsten Formen nebeneinander. Wenn wir die Schalen öffnen, so finden wir, daß sie, nicht wie bei den Muscheln, die beiden Seiten des Thieres, sondern Rücken und Bauch beschilden, und vor Allem bemerken wir einen ganz verschiedenen Athmungsapparat. Bei diesen ungleichklappigen Schalthieren der Tiefmeere treibt ein einfaches Herz den Blutstrom durch zwei spiralförmige Kiemenröhren, die oft durch ein sehr zierliches Kalkskelett gestützt werden, während die Kiemen der echten Muscheln eine zusammenhängende blattartige Gestalt besitzen. Man unterscheidet darnach diese beiden von dem Laien mit Unrecht in einen Topf geworfenen Schalthiergruppen als Spiral- und Blattkiemer. Weit vom seichten Ufer unserer heutigen Meere zurückgezogen, leben noch heute einige wenige Ueberbleibsel dieses ein Reich für sich bildenden Thierkreises, namentlich die seit uralten Zeiten fast unverändert gebliebenen Zungenmuscheln (Linguliden) und die erst in späteren Zeiten herrschend gewordenen Terebrateln (Fig. 170). Aber während man wenig über hundert lebende Arten aufgefunden hat, kennt man bereits sechsundzwanzig Arten aus den cambrischen, nahezu siebenhundert aus den Silurschichten, ungefähr 2600 Arten aus der Vorzeit überhaupt. Sie haben sich, wie die meisten ihrer Zeitgenossen, nur schwer den modernen Lebensverhältnissen anzupassen vermocht, während sie in der Zeit, da sie den Ton angaben, einen unendlichen Reichthum der Formen entwickelten, ein Variationsvermögen, welches dem Forscher beinahe un-

möglich macht, ihre allerseits und allmälig in einander übergehenden Gestalten auseinander zu halten. Sie gehören, da man selbst in den vereinzelten Ueberresten oft nur Formenreihen, aber keine fest umschriebenen Arten unterscheiden kann, mit den Schwämmen, Trilobiten und ähnlichen Größen der Urzeit zu den sprechendsten Verkündern der Lehre Darwin's von der Umwandlungsfähigkeit der Arten. Man hat in ihnen ein Bindeglied zwischen Wurmthieren und Weichthieren sehen wollen, doch scheinen neuere Untersuchungen dem zu widersprechen.

Während die Armwürmer, unter welchem Namen man die Moosthierchen und Armfüßler zusammengefaßt hat, kaum mehr recht dem land-

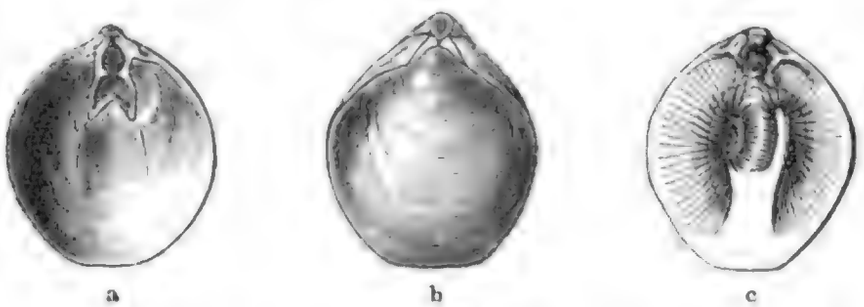


Fig. 170.
Terebratula vitrea aus dem Mittelmeer. b Ansicht der ganzen Schale, a die kleinere Schalenhälfte mit der Kalkschleife, in welcher die Spiralarme der Kiemen hängen (c).

läufigen Begriff eines Wurmes entsprechen wollen, versetzen uns die Darmkiemer (Enteropneusten) wieder ganz in diese Sphäre zurück, obwohl sie weit über dieselbe hinausdeuten, und zu einer besondern Ordnung erhoben werden mußten. Heute lebt von dieser ehemals wahrscheinlich viel formenreicheren Abtheilung nur eine einzige Gattung, deren weltweit verbreitete Arten im Sande des Meeres wühlen und ganz ähnlich den Regenwürmern zur Ebbezeit große Haufen gewundener Schlammmassen, die durch ihren Wurmleib gegangen sind, über ihren Löchern aufthürmen. Es sind die Eichelwürmer (Balanoglossus-Arten Fig. 171), die sich nach unten an die schon erwähnten Schnurwürmer (Nemertinen) anschließen, jene niedern Würmer, die bei erst beginnender Metamerenbildung bereits gesonderte Blutgefäße (Adern) besitzen, in denen bei einzelnen Arten sogar schon rother Blutfarbstoff vorhanden ist, der wie bei den Wirbelthieren an elliptische, scheibenförmige Blutkörperchen gebunden ist. Diese noch tief unter den Ringelwürmern stehenden Schnurwürmer waren jedoch in neuerer Zeit von Hubrecht als Vorahnen der Wirbelthiere angesprochen worden, und in andrer Weise mag er Recht behalten, sofern die Darmkiemer, die den Urwirbelthieren schon beträchtlich näher stehen, aus ihnen hervorgegangen zu sein scheinen. Letztere mögen von ihnen unter andern die zweiseitige Grundform mit unvollständiger Segmentbildung (Metamerie), eine Paarreihe von mit Geschlechtsdrüsen abwechselnden Darmtaschen, die Ge-

Schleifvorrichtung, den beschränkenden unter einem Winkel gegeneinander stehenden Messern und den Schutzvorrichtungen. Die Messer sind in Fig. 1 und 2 dargestellt.

Die Anschaffung der Vorrichtung ist besonders dann zu empfehlen, wenn der Betrieb einer Hobelmaschine in der Regel nicht vorhanden ist, wenn aber gelegentlich Arbeiten vorkommen, die eine Hobelmaschine erfordern, wie z. B. Fußleisten, Gesimsleisten, Rahmenleisten, Fensterbretter, Türfüllungen, Türrahmen, Fensterrahmen, Fensterflügel, Türen, Fußböden, Treppenstufen, Treppenwangen, Treppenpodeste, Treppengeländer, Tischplatten, Tischbeine, Tischzargen, Bettstellen, Bettpfosten, Bettleisten, Bettbretter, Kommodenplatten, Kommodenseiten, Kommodenböden, Kommodenschubleisten, Kommodenschubbretter, Kommodenschubfronten, Kommodenschubrahmen, Kommodenschubfüllungen

am Saftloch übergehen und den Bauchschützen hinter sich zuschiebt und ein ebenfalls über sein Saftloch vorgeschobenes, jetzt frei hin- und herbewegliches Bauchschild, das sich zu gleicher Zeit mit dem Rückenschild gegen vorne hebt und so die Öffnung freigibt, durch welche der Kopf mit den Fühlern und Mundteilen hervorgestreckt wird.

Das Tierskelett ist Außenskelett und Hautskelett. Es besteht aus einer festen, harten Chitinhaut, die einen Panzer bildet, der den Körper und die Gliedmaßen umgibt, und Hautgebilde in mannigfaltiger Art, wie Haare, Borsten, Schuppen, Federn, Krallen, Hufe, Nägel, Hörner, Geweihe, Zähne, Schnäbel, Schwielen, Schwielensohlen, Hornschwielen, Hornplatten, Hornschuppen, Hornschilder, Hornschienen, Hornschuhe, Hornschnäbel, Hornzähne, Hornkämme, Hornsporen, Hornwarzen, Hornstacheln, Hornhaken, Hornkrallen, Hornnägel, Hornhufe, Hornklauen, Hornhörner

Gastræa-Zustand hindurch gegangen ist, so entwickelt es einen kräftigen Ruderschwanz, dessen Auftreten uns schon allein beweisen könnte, daß die festwachsenden Seescheiden die Nachkommen ehemals freilebender Wurmthiere sind. Aber diese Larve zeigt noch andere wichtige Dinge, sie bildet eine Art Rückensaite (Chorda dorsalis), wie sie bei der Entwicklung der Wirbelthiere die Grundlage der Wirbelbildung wird, und ein längs desselben verlaufendes, gestrecktes Rückenmark (siehe Fig. 173). Das Auftreten dieser, den übrigen Wurmthieren nicht zukommenden Organe hat überdem die größte Aehnlichkeit mit entsprechenden Bildungen im Körper des niedersten Wirbelthieres, welches man kennt, des sogen. Lanzetthierchens (Amphioxus). Unwiderstehlich drängt sich hier der Schluß auf, daß die Wirbelthiere, deren Ursprung und Zusammenhang mit den übrigen Thierkreisen bis zum Jahre 1866 in vollkommenes Dunkel gehüllt war, mit den Seescheiden irgendwie zusammenhängen. Leider giebt die weitere Entwicklung der Ascidienlarve keine näheren Aufschlüsse. Sie wirft den Schwanz mit der Rückenseite ab und treibt dafür Haftorgane hervor, mit denen sie sich irgendwo im Meere festsetzt. Sie sinkt dabei, wie alle vor Anker gehenden Thiere, namentlich was die Ausbildung der geistigen und Bewegungsorgane betrifft, auf eine tiefere Stufe zurück, denn sie braucht als richtiger Pfahlbürger nur das bescheidene Maß Gehirn, das zum Stillleben im Gehäuse gehört.

Wie könnten wir uns diese merkwürdigen Erscheinungen anders deuten, als daß die heutigen Seescheiden verkümmerte Nachkommen von viel begabteren Sackwürmern sind, denen man schon eher zutrauen darf, daß sie der höchsten Thierklasse den Ursprung gegeben haben? Wir werden als solche ihren Ahnen ähnlichere Mantelthiere die Schwanzsalpen oder Appendikularien betrachten können, die den Ruderschwanz zeitlebens behalten, und bei denen Ray-Lankester auch Andeutungen einer Bildung von Segmenten nachweisen konnte, die den aus dem Rückenmark entspringenden Nervenpaaren entsprechen, ähnlich, wie sie bei dem Lanzetthierchen und den ersten Entwicklungsstufen der höheren Wirbelthiere auftreten. Wir werden außerdem später sehen, daß die niedersten Wirbelthiere auf ihren ersten Entwicklungsstufen noch weitere Aehnlichkeiten mit der allgemeinen Organisationshöhe der Mantelthiere darbieten, so daß die Vermuthung eines gleichen Ursprunges beider von einer nach einzelnen Richtungen weit fortgeschrittenen aber ausgestorbenen, oder wenigstens bisher unbekannten Abtheilung des großen Würmerreiches höchst wahrscheinlich ist. In den niedersten Wirbelthieren hat sich jene Anlage des Rückenstranges und Rückenmarkes weiter ausgebildet, während die Seescheiden, wahrscheinlich eben in Folge ihrer Festsetzung, so weit in der allgemeinen Organisationshöhe zurückgesunken sind, daß sie wieder den Moosthierchen, von denen man sie leicht herleiten kann, ähnlich geworden sind.

Die letztere Aehnlichkeit springt namentlich bei denjenigen Sackwürmergruppen in die Augen, die sich durch Sprossungen vermehren und einen

zuſammengeſetzten Thierſtock bilden, wie z. B. der nachſtehend abgebildete (Fig. 174). Schon von außen erkennt man in dem durchſichtigen Körper den gewundenen Darmkanal mit den nebeneinander liegenden Oeffnungen und dem Kiemen-Apparat, wobei man Fig. 173 vergleichen wolle. Noch eigenthümlicher verhält ſich eine andere Gruppe der Sackwürmer, bei denen die einzelnen Perſonen, wie in den ſogenannten Rattenkönigen, mit einander verſchmelzen und ſich ſternförmig um einen Mittelpunkt (Fig. 175) oder um eine Röhre (wie in den ſogenannten Feuerwalzen) gruppiren, wobei die Mundöffnungen frei bleiben, die Darmhöhlen aber in eine gemeinſame Kloake ausmünden. Die Beobachtung des Entwicklungsvorganges bei dieſen zuſammengeſetzten Thieren iſt in vieler Beziehung lehrreich. Das junge Thier erhält nämlich, nachdem es die oben ausführlich beſchriebenen erſten Stufen der Eifurchung durchgemacht, zunächſt gerade ſo wie die Larve der einfachen Ascidie einen langen Ruderſchwanz (Fig. 175c), der nur für ein einfaches, frei umherſchwärmendes Thier

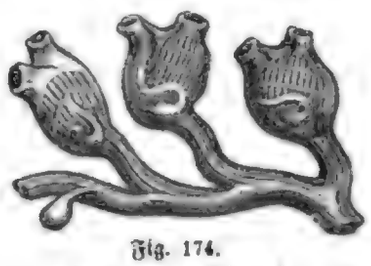


Fig. 174.
Perophora Listeri.

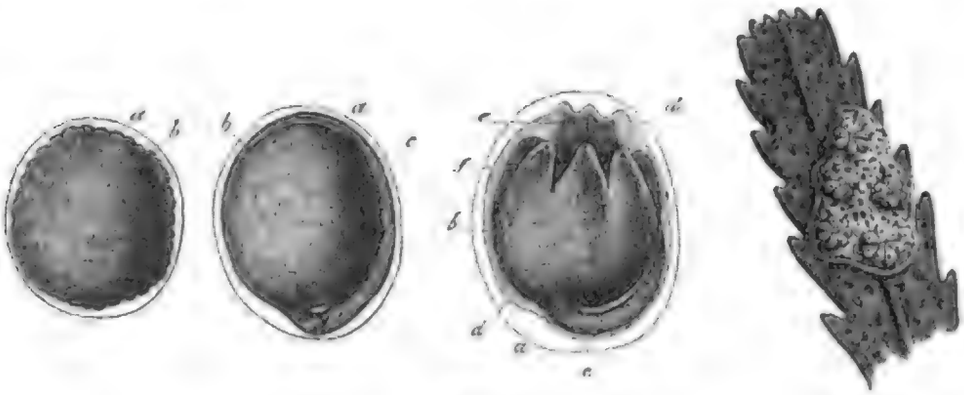


Fig. 175.
Entwicklung von Botryllus. a Eihülle, b Dotterkeim, c Ruderſchwanz, d, e, f Sproſſungstheile. Daneben Exemplare des zuſammengeſetzten Thieres auf Tanglaub.

Sinn hat. Aber ehe derſelbe in Funktion tritt, ſpaltet ſich der Embryo, wie der Kelch einer Tulpe, oder es ſproſſen vielmehr im Umfange des Embryos eine Anzahl Kölbchen hervor, die aber nicht, wie man früher glaubte, unmittelbar zu einem Sterne auswachſen, ſondern eine Knospe erzeugen, aus der im Laufe wiederholter Knospenbildungen durch endliche Sproſſung die kleinen Sterne oder Walzen hervorgehen. Wenn man über dieſen Vorgang nachdenkt, wird man ſich der Vermuthung kaum entſchlagen können, daß ſich in ihm ein noch ausgedehnterer und ſtark gekrümmter Entwicklungsweg zu einem kurzen Wandelbilde zuſammenzuziehen beginnt. Der Vorfahr, ein anfangs frei lebendes Thier, hat ſich der Freiheit begeben und feſtgeſetzt, dann durch

Sprossung vermehrt und schließlich ward diese Sprossung vielleicht sogar in den ununterbrochen verlaufenden Entwicklungsweg aufgenommen.

Bei den im Dunklen leuchtenden Feuerwalzen (Pyrosomen) tritt keine Festsetzung der Gemeinschaften ein; sie bilden freischwimmende, zusammengesetzte Kolonieen mit gemeinsamer Kloake. Aber wie es scheint, waren mit einem so weiten Kreislaufe vom einfachen freien Thier zum zusammengesetzten freien, für einzelne Abtheilungen die labyrinthischen Entwicklungswege noch nicht abgeschlossen. In den Salpen hat man Mantelthiere kennen gelernt, welche die Vermuthung erwecken, als stammten sie von einem derartigen zusammengesetzten Thiere ab, dessen Gesellschafter sich wieder von einander gelöst hätten. Diese glasartig durchsichtigen Thiere mit leicht farbespielendem Anhauch trifft man zuweilen in einzeln schwimmenden Exemplaren, die Eier entwickeln, welche sich zu vollständigen, frei umherschwimmenden Thieren ausbilden. Diese aber geben, wie zuerst der Dichter Chamisso auf seiner Reise um die Welt beobachtete, durch einen dem eben beschriebenen Knospungsprozeß ähnlichen Vorgang, einer großen Zahl von jungen Salpen das Dasein, die im durchsichtigen Körper der Mutter wie eine quergefurchte Schnur erkennbar sind, nachher zu langen Ketten vereinigt, an der Meeresoberfläche umherschwimmen, und in finstern Nächten das Schauspiel leuchtender Seeschlangen gewähren. Die Kettensalpen sind wieder (hermaphroditische) Geschlechtsthiere, trennen sich schließlich und bringen einzelne Eier zur Reife, aus denen von Neuem Einzelnthiere entstehen, die durch ungeschlechtliche Sprossung Kettenthiere erzeugen. Solche Fälle eines auffallenden Generationswechsels sind, wie wir schon oben ausführten, wahrscheinlich Folgen sehr wechselvoller Schicksale der Art in der Vorzeit; noch jetzt glauben wir darin zu erkennen, wie sich ein verhältnißmäßig hoch entwickeltes freies Wurmthier seßhaft gemacht, durch Sprossung vermehrt und zu einem zusammengesetzten Thier geworden, endlich wieder in seine Elemente aufgelöst hat, ein Bild abwechselnd vor- und rückwärtsschreitender Verwandlung, wie wir sie so oft auch im Menschen- und im Völkerleben gewahren.

So sehen wir im Wurmreiche eine große Vielseitigkeit der Entwicklungsrichtungen sich entfalten, und obgleich ursprünglich Alles wurmähnlich und wurmverwandt blieb, machten sich doch zahlreiche Sonderbestrebungen und Zweig-Entwicklungen in abweichenden Richtungen geltend, die sich immer mehr von dem Hauptstamme der echten Würmer entfernten. Auf diese Weise verblieb der deshalb sehr schwer zu charakterisirenden und abzugrenzenden Klasse der Würmer eine Art Mittelstellung zwischen den übrigen Thierkreisen, welche wir als Weichthiere oder Mollusken, Stachelhäuter oder Echinodermen, Gliederthiere und Wirbelthiere unterscheiden. Vielleicht ist, abgesehen von der Langstreckung des Körpers, die Skelettlosigkeit, der Mangel eines festen Gerüstes für den Ansatz der Muskeln, eine der Haupteigenthümlichkeiten des Würmerstammes,

welcher zugleich die ungemeine Wandelbarkeit des Grundtypus begünstigte. In allen von den Würmern abgeleiteten Formen werden wir, als eines der ersten Geschäfte gleichsam, die Ablagerung eines Skelettes oder einer Schale gewahren, womit alsdann freilich eine Fixirung des abgeleiteten Typus Hand in Hand geht. Bei den Wirbelthieren wurde dieses Skelett ein inneres und erlaubte vielleicht dadurch die höchste Ausbildung der Körperformen im Kampfe um's Dasein, bei den Weichthieren (mit Ausnahme ihrer vollendetsten Formen), wie den Sternthieren und Gliederthieren wurde es ein äußeres, und am besten kamen diejenigen fort, bei denen diese Abschließung der lebendigen Theile von der Außenwelt erst geschah, als die Gliederung des Wurmes bereits weit vorangeschritten war.

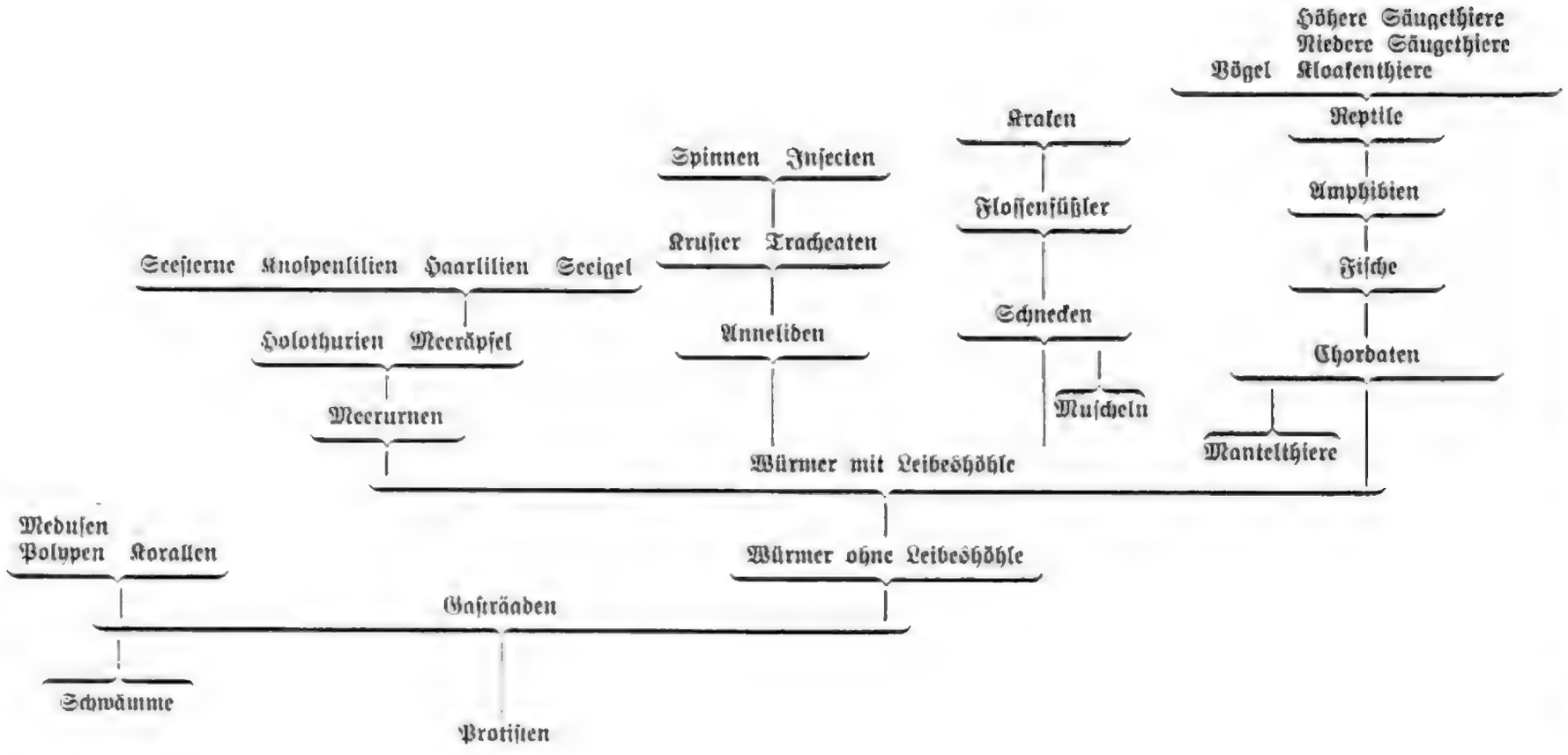
Wir dürfen offenbar bei den ältesten, noch in keine bestimmte Entwicklungs-Richtung gedrängten Thieren, eine größere Bildsamkeit des Organismus voraussetzen. An keine angeerbten Schranken und Standesvorurtheile gebunden, konnte das junge Geschlecht auf die verschiedenste Weise seinen Weg suchen, was ihren Nachkommen nur in viel beschränkterem Maße gestattet sein sollte. Gerade wie der arme Paria in Indien nicht über die Schranken hinauskann, welche ihm der Kastengeist seiner Urahnen gezogen, so kann das Wesen, welches heute geboren wird, nicht mehr je nach Belieben Pflanzenthier oder Kriechthier werden, wie ehemals die Gasträa. Es muß ohne „umsatteln" zu können, den Richtungen folgen, die seine Ahnen einschlugen, die aber durchweg, wenn wir die Pflanzenthiere ausnehmen, ihren Ausgang von wurmartigen Thieren genommen haben, und auf das Wurmreich zurückführen. Die genannten fünf Hauptrichtungen bilden die Kasten der Natur, aus denen es für die Angehörigen nicht mehr angeht, herauszutreten, während innerhalb des vererbten Grund-Typus die möglichste Verschiedenheit nach wie vor erreicht wurde und wird.

Die Ausbildung und Trennung dieser fünf oder sechs Hauptrichtungen des thierischen Lebens hat schon in den frühesten Abtheilungen der Primordialzeit stattgefunden, und die meisten hatten bereits höher entwickelte Formen aufzuweisen, als noch das Meer die einzige sichere Heimstätte des Erdlebens war. Nächst den Pflanzenthieren scheint sich der Weichthierstamm am frühesten von dem Wurzelstock abgezweigt zu haben, denn in ihm sind die Hauptkennzeichen der höheren Wurmformen theils am wenigsten entfaltet, theils am vollständigsten umgeprägt, nach einer von dem Eingeschlossensein in einer Schale abhängigen Richtung. Die dritte größere Thierabtheilung der Stachelhäuter oder Sternthiere läßt ebenfalls in ihrer gesammten Organisation, wie in ihrer Entwicklungsgeschichte zweifellos erkennen, daß sie aus dem Würmerreich hervorgegangen ist, obwohl der Ausgangspunkt des besonderen Typus bei ihnen am schwersten zu enträthseln und bisher nicht mit voller Sicherheit nachgewiesen werden konnte. Dagegen ist bei der vierten Abtheilung, derjenigen der Gliederthiere, zu denen Krufter, Spinnenthiere, Tausendfüßler und Insekten ge-

hören, die Blutsverwandtschaft so ausgesprochen, daß man in ihnen eine Fortsetzung des Hauptwürmerstammes (der Anneliden) zu suchen berechtigt ist. Ueber den Anschluß des in den späteren Erdperioden alle übrigen Kreise weit überragenden Stammes der Wirbelthiere haben wir eben einige Andeutungen gemacht und werden später noch näher darauf einzugehen haben. Es ergiebt sich daraus ungefähr das auf der folgenden Seite befindliche Schema der Hauptverzweigungen des gesammten Thierreichs. Einige Bemerkungen darüber mögen dazu beitragen, Mißverständnisse zu verhüten.

Man pflegt mit gutem Grunde in der Neuzeit das Thierreich wie auch das Pflanzenreich bildlich in Stammbäumen darzustellen, deren Hauptäste den großen Abtheilungen entsprechen. Allein man darf nie vergessen, daß dies immer nur ein Schema für ein viel stärker verästeltes, undurchdringliches Astwerk und Laubdach ist, in welchem es so viele Endzweige und Blätter wie Thier- (und Pflanzen-) Arten geben muß, während den Gattungen die größeren Zweige und jeder Klasse ein Hauptast entsprechen würden. Neben den lustig fortgrünenden Zweigspitzen hätten wir früh abgestorbene, neben den stark und weit verästelten Zweigen, Nebenreiser einzuzeichnen, die aus den unteren Theilen des Stammes fast unverästelt bis zur Gegenwart aufsteigen, ebenso andere Zweige, die sich zum Boden herabsenken und sich gleichsam zu Luftwurzeln zurückbilden. Die unverästelten Schößlinge würden jenen Wesen entsprechen, die fast gar nicht zur Variation neigen, und von ihrer Urzeit her durch mehr oder weniger lange Zeiträume oft bis zur Gegenwart unverändert oder fast unverändert ausdauerten und die sich abwärts neigenden Zweige jenen Gruppen, die in ihrer allgemeinen Organisation eher abwärts als vorwärts geschritten sind. Auch in unserem Schema sind einige Beispiele solcher theilweis rückwärts geschrittenen Abtheilungen, in den Schwämmen, Mantelthieren und Muscheln angedeutet. Alle diese Wahrnehmungen tragen dazu bei, den vielfach genährten Traum eines allgemeinen Fortschrittsgesetzes zu zerstören, als sei nämlich in den lebenden Wesen selbst eine nie ruhende Triebkraft thätig, die sie unaufhörlich zu einer Entwickelung nach einem gegebenen höheren Ziele hindrängte. Wir finden vielmehr bei genauerem Hinschauen nichts anderes als eine große Veränderungsfähigkeit der Wesen, und ein Erhaltenbleiben derjenigen Formen, die sich den Lebensverhältnissen am meisten gewachsen zeigen. Oft kann es kommen, daß eine Grundform sich lebensfähiger erweist, als alle ihre Varietäten, dann wird sie dieselben eben sämmtlich überleben. Wir sehen oftmals, daß sich uralte Typen, sogenannte Dauerformen durch ein wunderbares Anpassungsvermögen noch den jüngsten Weltverhältnissen gewachsen zeigen, und es scheint dann, als hätte die Zeit ihre umwandelnde Kraft ihnen gegenüber eingebüßt, und befestigte nur noch die Starrheit ihrer Form. In der That kann man annehmen, daß eine Form umsomehr an Bildsamkeit einbüßen wird, je öfter sie sich bereits ohne Veränderung wiedererzeugt hat. Bei Annahme einer treibenden

Schema der thierischen Stammverwandtschaft.



Entwicklungskraft (Zielstrebigkeit), die nach einem bestimmten Gesetze wirksam wäre, müßte man, da es ja noch in der jetzigen Welt keinen Mangel an niedern Lebensformen giebt, hoffen, jene durch Aussterben entstandenen Lücken durch ein Nachrücken ausgefüllt zu sehen, allein im Gegentheil zeigt sich, daß jede Bildung der Natur so sehr das Gepräge ihrer Zeit und ihrer Geburtsumstände trägt, um keine Hoffnung einer Wiedererweckung aus dem Schooße der Möglichkeiten zuzulassen, sobald sie einmal ausgestorben ist.

Damit soll ein allgemeines Fortschreiten der Lebewesen in den verschiedenen Zweigen beider Reiche gewiß nicht geläugnet werden, nur ein nie ruhender, bestimmt gerichteter Fortschritt muß dem genaueren Naturbeobachter zweifelhaft bleiben. Als ein solcher allgemeinerer Fortschritt erscheint uns eine immer weiter gesteigerte harmonische Arbeitstheilung in allen Organsystemen, während eine einseitige Specialisation ziemlich gleichbedeutend mit Rückschritt ist. Es entspricht indessen hierbei den in der Natur gegebenen Bedingungen, daß die Ausbildung der vegetativen Organe, welche ausschließlich der Erhaltung und Fortpflanzung der Art gewidmet sind, derjenigen der animalen Organe, welche die Fortbewegung und das seelische Leben betreffen, vorausgehen muß. Wir finden zugleich, das dasjenige, was wir hauptsächlich als Fortschritt betrachten, unbedingt an eigene Anstrengungen, an ein Erkämpfen des Lebensunterhaltes gebunden ist. Jedes thierische Wesen, welches dem Türken gleich, die Hände in den Schooß legt, und die Beine untereinanderschlägt, um wie die Muschel zu warten, bis ihr die Tauben in den Mund fliegen, im Uebrigen aber Allah sorgen und die Dinge passiv über sich ergehen läßt, giebt sofort die etwa bereits erlangten Vorzüge seiner Organisation auf, und sinkt auf den Zustand eines willenlosen, lediglich vegetirenden Wesens zurück. Viele solcher auf Kosten Anderer lebende Thiere haben dabei charakteristische Gestalt, Gliedmaßen, hochentwickelte Sinneswerkzeuge, ja den ganzen Kopf und Binnenschmarotzer sogar die wichtigsten Eingeweide eingebüßt, so daß schließlich nicht viel mehr als die eigenartige Protoplasma-Masse, die sich ernährt und wiedererzeugt, übrig geblieben ist. In den Reihen der im nährstoffreichen Meere festgesetzten oder der in fremden Thieren vorkommenden Schmarotzer sucht man vergebens nach irgendwie nennenswerther Erhebung über ihre Sphäre. Auch das Sicheinschließen in feste Schalen oder Panzer konnte der Wandelbarkeit in weiterem Umfange nicht günstig sein. Es ist erfreulich, zu sehen, daß ein solches Zurücksinken, in Gehäusen Abschließen und Stabilwerden, wovon wir noch manche ebenso lehrreiche als merkwürdige Beispiele kennen lernen werden, im Thierreiche nur bis zu einer gewissen Entwicklungsstufe hin möglich ist, über welche hinaus es dann nicht mehr vorkömmt. Unter den Wirbelthieren kennen wir noch einige wenige schmarotzende Fische, die meist der niedersten Stufe angehören, keine festwachsenden und unbeweglich eingepanzerten Thiere mehr.

Die Stammformen aller fünf oder sechs Thierkreise, je nachdem man

die Würmer als eine besondere Abtheilung betrachten will oder auf die andern fünf vertheilen, hatten sich herausgebildet in einem Zeitalter, von dem wir keinerlei Denkmünzen besitzen, und ihr Dasein tritt dem Geologen mit einem Male als vollendete Thatsache entgegen. Dieser Umstand hat sehr viele Erdgeschichtsforscher zur Annahme einer unmittelbaren Schöpfung dieser Tausende von Pflanzenthieren, Mollusken, Sternthieren, Urkrebsen und Fischen, welche schon die kambrischen und silurischen Meere belebten, geführt, etwa wie der Director eines eben fertig gewordenen Aquariums seine Becken schnell mit Schaaren von fern her bezogener Seethiere bevölkert. Allein eine solche Voraussetzung läßt sich nicht mit der andern Wahrnehmung vereinigen, daß unter dieser bunten Welt in allen Abtheilungen die Spitzen der Gesellschaft fehlten und zum Theil sich erst nach ganz unendlich langen Zwischenräumen einstellten. Das Auffallende, welches in dem scheinbar unvorbereitet plötzlichen, wie auf Kommandowort erfolgten Auftreten so vieler Lebensformen liegt, erklärt sich aber leicht, wenn wir uns vorstellen, daß die Lebewelt der laurentischen und kambrischen Zeiten, eine vorzugsweise nackte, schalen- und skelettlose war, und darum keine erheblichen Spuren von ihrem Dasein zurücklassen konnte. Das Leben war noch flüssig und von unentschiedener Gestaltung, erst in den abgeleiteten Typen fixirten sich die Formen, durch eine bald nach ihrer Trennung eintretende Schalen- oder Skelettbildung. In dem eine Mittelstellung einnehmenden Reiche der Würmer, begegnen wir selbst heute noch sehr wenigen, wenn man so sagen darf, durch harte Ausscheidungen fixirten Formen, und von dem ungeheuren Reichthum des Meeres an dahin gehörigen schönen und mannigfachen Gestalten würden bei einem Eintrocknen desselben auch heute nur wenig Erinnerungen bleiben. Falls sich also Jemand überrascht zeigt, von dem allzu glänzenden Debüt der Thierwelt in den Archiven der Natur, so muß er daran erinnert werden, daß die ältesten neptunischen Schichten, in deren letzten Theilen jene ältesten Thierspuren auftreten, gegen 70000 Fuß Mächtigkeit besitzen, während alle späteren Schichten zusammen genommen nicht diese Höhe erreichen. Wenn man nach dieser Stärke der Schichten auf entsprechende Zeiträume schließen darf, in denen sie abgelagert wurden, so nimmt die Primordial-Lebewelt für ihre Vorbereitung und Entwicklung aus niedern Formen mehr als die Hälfte vom Gesammtalter der meerumflossenen Erde in Anspruch und das ist nach der übereinstimmenden Ansicht aller Geologen ein ganz unausdenkbarer Zeitraum. Der Erhaltung weniger widerstandskräftiger Reste mag außerdem in den älteren Schichten die höhere Wärme des Erdinnern und besonders des Meerwassers feindlich gewesen sein. Aus allen diesen Gründen ist es nothwendig geworden, die Eingangskapitel des Buches der Natur aus andern Quellen zu ergänzen, die Geschichte des Lebens aus dem Leben selbst zu ergründen, während wir im weitern Verfolg vorwiegend von ganz unzweideutigen Dokumenten der Vorzeit werden ausgehen können.

IX.

In Wehr und Waffen.

Die Stachelhäuter.

Dies Pentagramma macht mir Pein!
Faust.

Dem ganz auf die salzige Fluth beschränkten Kreise der Strahlthiere oder Stachelhäuter (Echinodermen) gebührt ein Vorrang des Geheimnisses; fremdartig bewegen sich seine Mitglieder unter allen andern Thieren und ihre Familiengeschichte bietet trotz der Reichhaltigkeit der sie betreffenden Aufzeichnungen, in den Archiven der Vorzeit eigenthümliche Schwierigkeiten. Man vereinigte sie früher mit den regelmäßig strahlig nach der Vier- oder Sechszahl gebaueten Pflanzenthieren, bis genauere Untersuchungen erwiesen, daß sie nicht nur keine wirkliche Verwandtschaft, sondern nicht einmal eine über den ersten rohen Eindruck hinausgehende Aehnlichkeit mit denselben besitzen. Die Grundform dieses Thierstammes, dessen jetztlebende Zweige die Seesterne, Seelilien, Seeigel und Seegurken oder Holothurien darstellen, läßt sich am besten einer fünftheiligen Sternblume vergleichen, deren Blätter zuweilen zu einer Knospe zusammengeschlagen, oder nicht ausgebildet sind. Dem in der Mitte solcher Blumen z. B. der Enzianarten, in der Verlängerung des Stieles gelegenen, zweiseitig symmetrischen Fruchtknoten entspricht bei den Sternthieren ein allen fünf Abschnitten gemeinsamer, aber bis auf seine Ausläufer nicht strahlig gebaueter Verdauungs-Canal, mit gegenüber oder nebeneinander belegenen Ein- und Ausgängen. Dieses Mittelstück wird von drei, meist ringförmig verbundenen Organsystemen umgeben, welche je fünf Hauptstränge in die fünf Gegenstücke (Antimeren) des Körpers entsenden. Es sind dies ein Nervenring, ein Gefäßsystem, von dem die ernährenden Hauptadern ausstrahlen und drittens ein diesen Thieren ausschließlich angehöriger Wasserapparat, um zahlreiche, strahlig vertheilte Hohlsäcke, die als Schreit- und Saugfüßchen (Ambulacral-Füßchen) dienen, abwechselnd anzuschwellen und schlaff werden zu lassen. Was bei den Pflanzenthieren der Nahrungsstrom verrichtete und zuweilen

bei höheren Thieren ein unwillkürlich gesteigerter Blutandrang hervorbringen kann, muß hier eine fremde Flüssigkeit verrichten, weshalb das durch eine (zum Zwecke der Filtration mit kleinen Oeffnungen versehene) Sieb- oder Madreporenplatte aufgenommene Seewasser unmittelbar Zutritt hat. Jedes Fünftel des Körpers bildet, von den gemeinsamen Verdauungs- und Ernährungswerkzeugen abgesehen, gleichsam ein besonderes Thier, mit eigenem Nerven- und Gefäßstamm, oft auch mit eigenen Gliedern, Sinnes- und Fortpflanzungswerkzeugen. Das fällt namentlich ins Auge bei den Seesternen und einzelnen Seelilien, bei denen jedes Fünftel zu einem langen, oft mehrfach getheilten Strahl ausgezogen ist; es gilt aber nicht weniger für die Seeigel und Seegurken, bei denen diese Strahlen in den kugeligen oder walzenförmigen Umkreis des Verdauungscanals gleichsam eingezogen wurden, so daß der strahlige Bau für den Anblick aus der Entfernung zuweilen ganz verschwindet. In den ersteren Fällen zeigt jeder dieser fünf Strahltheile den Bau eines in zahlreiche Querstücke (Metameren) mit eigenen Nervenknötchen, Seitenanhängen und Schwellfüßchen getheilten, zweiseitig symmetrischen Gliedwurms und diesen Abtheilungen entsprechend, ist die durch eingelagerte Kalktheile verknöcherte Hautschicht in lauter kleine bewegliche Platten, von größter Zierlichkeit der strahligen Anordnung, zerspalten. (Fig. 176.) Ihr oft aus schier unzähligen Plättchen bestehendes Panzerkleid sicherte diesen Thieren nicht nur Widerstandsfähigkeit im harten Kampfe ums Dasein, sondern auch ein unsterbliches Gedächtniß bei der Nachwelt, während diejenigen Mitglieder der Klasse, die wie die Seegurken, seine Ausbildung vernachlässigt haben, in ihrer historischen Stellung sehr bedroht erscheinen.

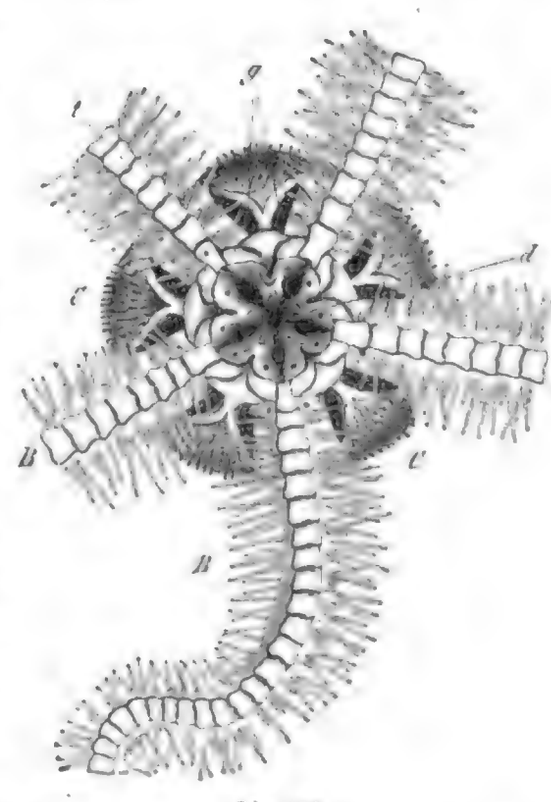


Fig. 176.
Mittelstück (C) eines Schlangensterns (Ophiotrix fragilis) mit dem Ansatz der Arme (B) t Armpanzerplatten, d Kauplatten, g Geschlechtsspalten. (Nach Gegenbaur.)

Es giebt nämlich zwei schroff gegenüberstehende Meinungen über die Abstammung und Geschichte der Sternthiere, die sich kurz dahin zusammenfassen lassen, daß manche Naturforscher annehmen, die Strahlen seien aus dem Mittelstück, andere, das Mittelstück sei aus den Strahlen hervorgegangen. Nach der einen Ansicht würden von den lebenden Stachelhäutern die Holothurien der gemeinsamen Stammform des Geschlechts am nächsten stehen,

nach der andern die echten Seesterne. Beide Parteien führen gewichtige Gründe für ihre Ansicht ins Feld, allein die der ersteren scheinen uns vorläufig die wahrscheinlichsten. Die Entwicklungsgeschichte aller hierher gehörigen Thierformen zeigt zunächst übereinstimmend, daß das in der Jugendform gleichsam zu neuem Leben erweckte Ahnenthier jedenfalls ein zweiseitig symmetrischer Wurm gewesen ist, denn jene Strahlthier- oder Astrolarve ist von den Larven gewisser Würmer kaum zu unterscheiden. (Fig. 177.) Und aus dieser der Gasträaform (Fig. 127 c) folgenden wurmförmigen Seesternlarve (Fig. 177 B) entsteht das Sternthier nicht etwa durch eine einfache Metamorphose, sondern durch eine Art innerer Sprossung, die einem Generationswechsel ähnlich sieht, ein Vorgang der

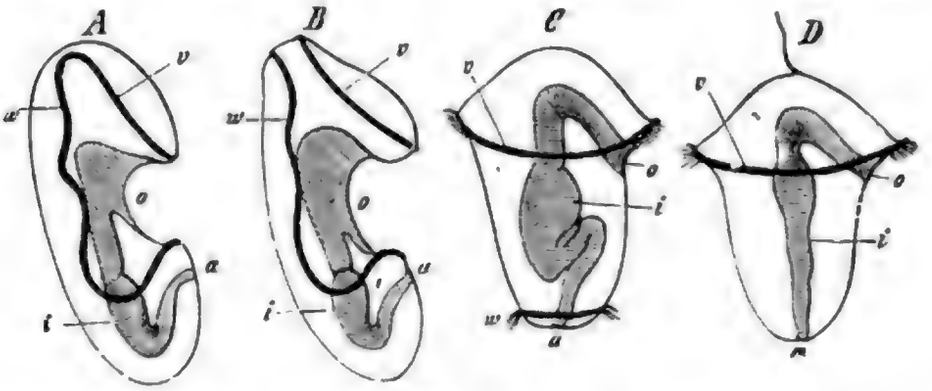


Fig. 177.
A Larve einer Holothurie, B eines Seesternes. C, D Wurmlarven. o Mund, i Magen, a Auswurfsöffnung, v, w Wimperschnüre.

offenbar darauf hindeutet, daß in der Entwicklung der Gruppen bedeutsame Wandlungen stattgefunden haben. So behalten z. B. die Schlangensterne von ihrer Larve, die unter dem Namen Pluteus (Fig. 178) früher als selbständiges Thier beschrieben worden war, beinahe nichts als den ursprünglichen Verdauungscanal bei, alle die Anhängsel, die dieser Larve das Ansehen einer Malerstaffelei geben, verschwinden und aus der innern Anlage sproßt eine neue fünfarmige Larvenform hervor.

Das Vorkommen einer solchen fünfarmigen Larve (Pentactula-Form) in der Entwicklungsgeschichte der verschiedensten heute lebender Zweigangehörigen der Stachelhäuterfamilie (Holothurien, Haarlilien, Seeigel, Haarsterne und Seesterne) wird von Richard Semon auf die gemeinsame Abstammung aller Stachelhäuter von einem zweiseitig symmetrischen Wurmthier (Pentactaea) gedeutet, welches wahrscheinlich in Folge einer Stielentwicklung und Festsetzung auf dem Meeresboden um den Mund fünf Fangarme in blumenkelchartiger (anthodialer) Anordnung entwickelte, wie dies bei vielen Pflanzen- und Wurmthieren in ähnlicher Weise stattgefunden hat, z. B. bei der Moosthiergattung Loxosoma. Nach dieser sogenannten Pentactaea-Theorie, welche die pentagonale Anordnung der jüngern Organ-

kreise um die zweiseitig symmetrische Grundanlage erläutert, würde sich unter andern die Vererbung des dem Mundende entgegengesetzten Stieles bei den vier älteren Ordnungen der Sternthiere als Erbschaft erklären, während die Angehörigen der vier jüngeren Ordnungen sich wieder vom Stiele losgelöst und die freie Ortsbewegung des Ahnenwurms zurückgewonnen hatten, wie wir einen Parallelvorgang schon bei den Medusen kennen gelernt haben. Man muß annehmen, daß von dieser Urform (**Pentactaea**) alle die gemeinsamen Charaktere der Stachelhäuter, z. B. die Neigung zur Einpanzerung mit zahlreichen Platten, das Ambulacralsystem u. s. w. ererbt sind.

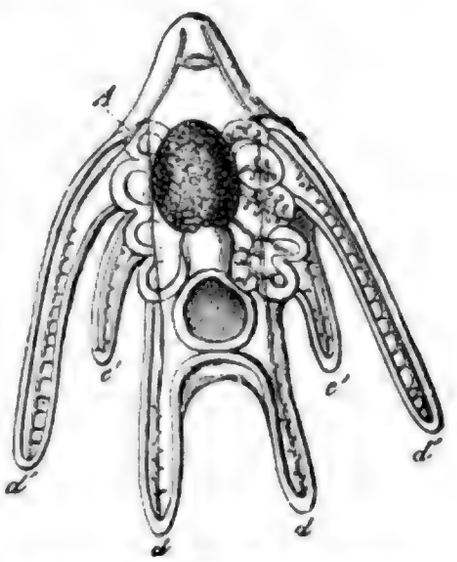


Fig. 178.
Pluteus-Form eines Schlangensterns.
A Anlage des Echinoderms mit sprossenden Armen. d, v Fortsätze der (in umgekehrter Stellung schwimmenden) Larve.

Gewichtige Stützen für diese Anschauung fand **Häckel** in dem Studium der paläozoischen Echinodermen. Unter den ältesten dieser bis in die kambrischen Schichten hinabreichenden Thiere fand er eine artenreiche Gruppe, bei der die zweiseitig symmetrische Grundform auch äußerlich noch mehr hervortritt, und bei denen das fünfarmige **Ambulacral**-Feld, d. h. der Strahlenkelch (**Anthodium**) und das Wasserfüßchen-System noch nicht voll entwickelt waren und die er **Urnensterne** (**Amphoridea**) getauft hat. Als Beispiel dieser uralten Thiere mag uns **Placocystis crustacea** (Fig. 179) aus dem nordamerikanischen Untersilur dienen, dessen Verwandte man früher zu den Krebsen gerechnet hatte. Die meisten dieser Thiere waren wie das abgebildete an dem vom Munde abgekehrten Körperpol noch mit einem freien Schwanze versehen, seltener dort durch einen Stiel befestigt. Die Körperbedeckung bestand ursprünglich aus einer von der Epidermis bedeckten Lederhaut, in der sich ein eigenthümliches Hautskelett ausbildete, welches ursprünglich aus zahlreichen einzelnen Kalkstücken bestand, die später zu Platten zusammenwuchsen und einen meist beweglichen Schuppen- oder Plattenpanzer bildeten, der bei den ältesten Formen unregelmäßig zusammengesetzt war. Diese am stärksten im Untersilur vertretenen, im Obersilur schon verminderten und im Steinkohlensystem anscheinend bereits ganz ausgestorbenen Thiere, standen den Würmern noch sehr nahe, das Schwellfüßchen- (Ambulacral-) System erstreckte sich nur erst auf die Mundarme, nicht auf die Schalenfläche selbst, der Kelch (Anthodium), d. h. die Ambulacral-Rosette war noch nicht entwickelt.

An die Urnensterne oder Amphoridеen, zu denen Häckel 30 durchweg

ausgestorbene Gattungen rechnet, schließen sich nahe zwei weitere Echinodermenklassen an, von denen die eine, die der Meeräpfel (Cystoidea) ebenfalls längst ausgestorben ist, die andere in den Seegurken oder Holothurien unserer Tage weiterlebt. Sie haben mit den ältesten ihres Stammes noch mehrere gemeinsame Merkmale, namentlich ein einfaches Paar von Geschlechtsdrüsen, während alle übrigen Echinodermen mehr (meist fünf) Paare besitzen, und können daher mit den Meerurnen auch zur Oberklasse der Monorchonien zusammengefaßt werden, denen dann die übrigen Echinodermen als Pentorchonien gegenüberzustellen wären. Die in den kambrischen Schichten beginnenden und in den carbonischen bereits aussterbenden, nach ihrer Form sogenannten Meeräpfel eröffnen die Gruppe der Anthodiaten, d. h. der um die Mundöffnung mit einer Ambulacralrosette versehenen Stachelhäuter. Die Ambulacralfüßchen, die bei den Meerurnen nur in einem engen Kranze um die Mundöffnung standen, rücken bei ihnen auf den Radien des fünfstrahligen Sternes, der die Mundöffnung umgiebt, über weitere Zonen des Körpers hinaus, so daß sie manchmal, wie bei Mesites (Fig. 180), weit auf die Rückenfläche übergreifen. Die große Mehrzahl der Meeräpfel war mittelst eines dem Mundpole gegenüberliegenden Stieles am Boden festgewachsen und besaß meist keine oder nur wenige freie, um den Mund gestellte Fiederchen, wie die Haarsterne. In ihnen scheint sich das fünfstrahlige (pentaradiale) Grundschema der spätern Strahlthiere erst befestigt zu haben, denn noch kommen

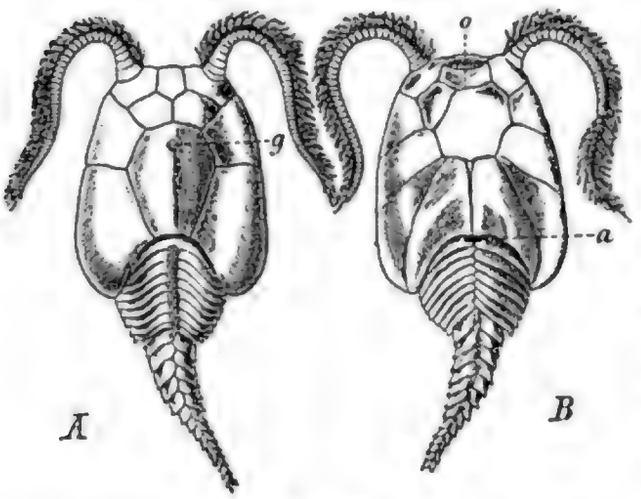


Fig. 179.
Placocystis crustacea Häckel. Restaurirt. A Rücken-, B Bauchansicht. o Mund, a Kloake, g Geschlechtsöffnung.

Fig. 180.
Mesites Pusireffskii aus dem russischen Untersilur. Rückenansicht.

unter ihnen einige dreizählige Formen vor, die gleich den zweizähligen Seeurnen ohne Nachfolge ausgestorben sind. Zu diesen dreizähligen Meeräpfeln gehört die Gattung **Hemicosmites** (Fig. 181), bei der die Mundöffnung mit 3 bis 6 dünnen Aermchen (Brachiolen) umstellt war, den Vorboten der Haarstern-Fiedern.

Schon **Leopold von Buch** wollte in den Meeräpfeln eine Art Stammgruppe der Echinodermen erkennen und **Neumayr** hat sich in unsern Tagen dieser Meinung angeschlossen. Wenn dieser Anspruch nun auch, wie wir gesehen haben, einfacher gebauten Formen zuzuweisen ist, so läßt sich nicht läugnen, daß ihnen eine Art Mittelstellung zukommt, und daß thatsächlich die vielgestaltigen Meeräpfel nähere Beziehungen, sowohl zu den niedersten Echinodermen, wie zu den Knospenlilien, Haarlilien, Seesternen, Holothurien und Seeigeln darbieten, als irgend eine andere. Man kann sie daher für die jüngern Abtheilungen als sogenannte **synthetische Gruppe**, in der die Kennzeichen der andern Gruppen noch vereinigt sind, bezeichnen. Während z. B. die Gattung **Mesites** (Fig. 180) bedeutsame Uebereinstimmungen mit den ältern Seeigeln aufweist, erinnerten **Cystoblastus**, **Hemicosmites** (Fig. 181) und andere Cystoideen-Gattungen mit enger Mundrosette an die Knospenlilien und Haarlilien, die Ascocystiden leiten zu den Holothurien hinüber und gewisse scheibenförmige Formen, wie der mit dem Rücken flach auf Muschelschalen, Steinen und dergl. festwachsende Lepidodiscus (Fig. 182) sind früher abwechselnd zu den Meeräpfeln und zu den Seesternen gestellt worden, bis man ihnen nun endgültig ihren Platz bei den ersteren angewiesen hat. Das Anthodium liegt hier wie ein Schlangenstern mit gebogenen Armen, in der Mitte den Mund einschließend, auf dem scheibenförmigen Körper, zwischen den beiden hintern Armen sieht man die mit einer Klappenpyramide bedeckte Ausgangsöffnung. Eine Menge anderer höchst abweichender Formen sind ohne alle Nachfolge und Homologie in der spätern Lebewelt geblieben.

Fig. 181.
Hemicosmites pyriformis.
Aus dem untersilurischen System Rußlands.

Da sich an die uralte Klasse der Meeräpfel alle übrigen Echinodermenklassen anschließen, so ist es ziemlich gleichgültig, in welcher Reihenfolge wir sie ihnen folgen lassen wollen; es scheint aber naturgemäß, ihnen die gestielt bleibenden Formen, die mit den vorbehandelten von **Leuckart** zur Oberklasse der **Stielthiere** (**Pelmatozoen**), von denen aber nicht alle gestielt waren, zusammengefaßt wurden, zunächst folgen zu lassen, da sie zugleich zu denen gehören, die theils gänzlich ausgestorben, theils in der Gegenwart nur noch durch wenige jüngere Formen vertreten sind. Die

Knospenlilien oder Knospenstrahler (Blastoideen), von denen schon gesagt wurde, daß sie sich den Cystoblasten unter den Meeräpfeln nahe anschließen, sind seit der Devonzeit an die Stelle der damals aussterbenden ältern Pelmatozoen (Meerurnen und Meeräpfel) getreten, freilich nur für eine verhältnißmäßig kurze Herrschaftsperiode, da sie schon im Laufe der Steinkohlenformation ebenso vollständig erloschen sind, wie ihre Vorgänger. Ihr Name erklärt sich, weil die Mehrzahl der hierher gehörigen Arten, bei im allgemeinen ähnlicher Form, die anmuthige Erscheinung eben aufbrechender Blüthen darboten, bei denen an der Spitze des halbgeöffneten Kelches die fünf Blumenblätter zwischen den fünf Kelchzipfeln hervorblicken (Fig. 183). Die fünf Ambulacralfelder sind hier nämlich

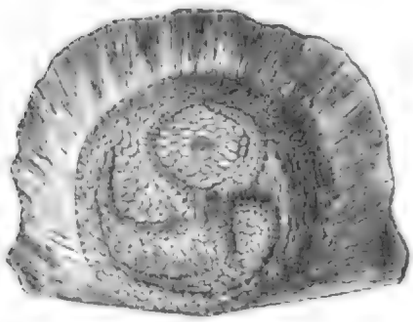


Fig. 182.
Lepidodiscus (Agelacrinus) cincinnatiensis. Untersilur Nordamerikas.

Fig. 183.
Pentremites sulcatus. Aus dem Kohlenkalk.

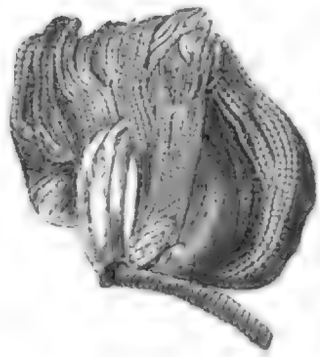


Fig. 184.
Granatocrinus Norwodii. Aus dem Kohlenkalk.

mit feinen, nach oben gerichteten Fiedern besetzt, die bei einzelnen Arten, wo die Felder bis zum Stiel herablaufen, etwas länger wuchsen. (Fig. 184.) Gewöhnlich ist der Kelch dieser an Stielen sitzenden Knospenlilien ein vollkommen regelmäßiger nur bei wenigen seltenen Arten des Devon und Kohlenkalk (Eleutherocrinus, Astrocrinus und Pentephyllum) hat sich der eine Strahl beträchtlich verbreitert und der sonst regelmäßig fünfstrahlige Kelch erinnert nun an denjenigen einer Rachen- oder Lippenblume. Man bemerkt zugleich, daß diese abweichenden Knospenlilien, die man auch als Unregelmäßige (Irregulares) den Regelmäßigen (Regulares) gegenüberstellt, keinen Stiel besitzen; sie haben sich also allem Anscheine nach von dem Stiele gelöst und durch das Kriechen am Meeresboden die Unregelmäßigkeit ihrer Kelchbildung erlangt, wie wir ganz ähnliche Bildungen und Verschiebungen bei den Seeigeln in großer Zahl finden werden. Es ist dies ein schöner Beweis, daß die scheinbare regelmäßig-strahlige Bildung dieser von einem zweiseitig symmetrischen Grundstamme herkommenden Thiere nur der Festsetzung an einem Stiele zu danken war.

Auch die Haarlilien (Crinoideen), die diesen Namen freilich erst in ihren jüngern Formen mit Recht tragen, traten sehr früh und bald mit

bekommener Verwundungsmöglichkeiten und den Schutzmittel. Die Wirkungen bei den wichtigsten Verwundungsarten aus, um aus der Verschiedenheit solcher Wirkungen jedem einzelnen Kreise neue Gesichtspunkte über Notwendigkeit, Brauchbarkeit und Zweckmäßigkeit der Schutzmittel hervorgehen zu lassen. Wir entwickeln, wenn nötig, dann auch neue Schutzmittel, die unseren Anforderungen entsprechen können. Auf diese, bezüglich Schutzmittel (Cirkulation) gemachten, im Allgemeinen allgemeinen Formen folgten dann gar bald die Schutzmittel-Ausstellungen Deutscher Industrie und hervorragender schweizerischer Etablissements (Cirkulation, Fig. 1066 u. 1067), die auch heute noch vorhandene Schutzmittel-Modelle, die in der Zeit der Entwicklung den Fortschritt der Entwicklung ermöglichen, indem aber bekleidung unserer Soldaten, die Verbesserung der Verbandmittel, die Einführung der Antiseptik, Asepsis, Cryptocrinus und Hypnotismus gegen in ihren Wirkungen bereits bis jetzter typisch gewordenen Arten der Verletzungen, wie sie in den Kriegen Deutschlands, Österreichs, Frankreichs, Russlands, Italiens, Amerikas, Japans, Türkei, Griechenland, Serbien, Bulgarien, Rumänien, Schweden, Norwegen, Belgien, Holland, Spanien, Portugal, Mexiko, Brasilien, Chile, Argentinien, Peru, Bolivien, Ecuador, Venezuela, Paraguay, Uruguay, Kolumbien, Haiti, Santo Domingo, Kuba, Jamaika, Trinidad, Barbados, Curaçao, Martinique, Guadeloupe, Guyana, Surinam, Britisch-Guyana, Französisch-Guyana, Britisch-Honduras, Guatemala, Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panama, Kolumbien, Venezuela, Ecuador, Peru, Bolivien, Paraguay, Uruguay, Argentinien, Chile, Brasilien, Portugal, Spanien, Frankreich, Belgien, Holland, Dänemark, Schweden, Norwegen, Russland, Polen, Finnland, Estland, Lettland, Litauen, Weißrussland, Ukraine, Moldawien, Rumänien, Bulgarien, Serbien, Griechenland, Türkei, Albanien, Montenegro, Kroatien, Slowenien, Bosnien-Herzegowina, Österreich, Ungarn, Tschechien, Slowakei, Italien, Schweiz, Liechtenstein, Luxemburg, Andorra, Monaco, San Marino, Vatikanstadt, Malta, Zypern, Israel, Palästina, Jordanien, Libanon, Syrien, Irak, Iran, Afghanistan, Pakistan, Indien, Nepal, Bhutan, Bangladesch, Myanmar, China, Mongolei, Nordkorea, Südkorea, Japan, Taiwan, Philippinen, Brunei, Malaysia, Singapur, Indonesien, Osttimor, Australien, Neuseeland, Papua-Neuguinea, Fidschi, Salomonen, Vanuatu, Neukaledonien, Kiribati, Tuvalu, Nauru, Marshallinseln, Mikronesien, Palau, Guam, Nördliche Marianen, Amerikanisch-Samoa, Cookinseln, Niue, Tonga, Wallis und Futuna, Tokelau, Samoa, Amerikanisch-Ozeanien, Britisch-Ozeanien, Französisch-Ozeanien, Pitcairninseln, Ostasien, Südostasien, Südasien, Zentralasien, Westasien, Nordafrika, Westafrika, Zentralafrika, Ostafrika, Südafrika, Südwestafrika, Südostafrika, Südwestafrika, Südostafrika, Südwestafrika, Südost

abnahmen und nur in einzelnen Vertretern auf unsre Zeit gekommen sind. Daß die neueren Haarlilien (Neokriniden) von den alten Haarlilien (Paläokriniden) abstammen, beweisen einige merkwürdige Arten, wie z. B. Allagecrinus Austini aus dem Kohlenkalk, deren Jugendformen die Charaktere der paläozoischen Tesselaten und zwar speziell der Haplokriniden darbieten, während das erwachsene Thier bereits zu den Artikulaten ge-

Fig. 186.

Encrinus liliiformis aus dem Muschelkalk. Ein Drittel der natürl. Größe. Darunter ein Stielglied (Räderstein), natürl. Durchmesser.

Fig. 187.

Eugeniacrinus caryophyllatus aus dem weißen Jura von Streitberg in Franken. Darüber der Kelch. (Natürliche Größe.)

Fig. 188.

Apiocrinus Roissyanus aus dem Korallenkalk von Tonnerre (Yonne). Ein Drittel der natürlichen Größe. Nach d'Orbigny restaurirt.

rechnet werden muß. Indessen zeigt auch diese Art, welche also die Charaktere der Tesselaten und Artikulaten vereinigt, noch eine den sämmtlichen alten Haarlilien gemeinsame Unregelmäßigkeit der Plattenanordnung, die bei den jüngern verschwindet, weshalb man sie auch als **Irregularia** und **Regularia** einander gegenüberstellt.

In den Meeren der Juraperiode setzten die graziösen Gestalten der jüngern Haarlilien am Fuße der Korallenbauten oft wahre Dickichte von einer märchenhaften Schönheit zusammen, oder siedelten sich mit ihren gelenkigen, jeder Wellenbewegung folgenden Stielen und Armen zwischen den

Klappen teils. Zwei Gattungen (Aspiculuris und Proteracteus) besitzen kleinere Mundkapseln an Stelle, denen ihre Kutikula, welche allmählig verdünnten Stengelchen bei ersteren und die Kutikulagrate, mit einem

Stengelchen versehen sind. Bei letzteren, welche Stengelchen der Lippenwülste entbehren, sind jene Gebilde gelassen. Ihnen gebrechen teils der Nasen gebrechen Bezeichnen des Stichapparates (Fig. 1871), in gewisse, weil ihr Kopf einen Abschnitt gleich. Bei den Spiralfaden (Fig. 1872) ist der Mundteile, ist hier keine Stengel weiß zu unterscheiden und kutikulare Wurzel fehlen. Bei einer Gattung, der Proteracteus-Arten (Fig. 1873), ist hier keine Stengel weiß zu unterscheiden und kutikulare Wurzel fehlen.

Fig. 1873.
Proteracteus Cuniculi (Duj.) Rud. vom Gaumdach von Hull in Gloucestershire.

Die Gattungen Spiralfaden (Fig. 1872) und Proteracteus-Arten (Fig. 1873) sind hier keine Stengel weiß zu unterscheiden und kutikulare Wurzel fehlen

Spår av hur Michelangelo sett på saken, och kanske framförallt vårt eget tidsskede, finna vi hos Zacke Lundqvist-Bergh, konstnär och författare, som i sin bok *Konstnärsgestalter* (1922) skrev:

Dürer och Konstnärens Moder. Ur Dürers Teckningar i Albertina i Wien.

Michelangelo var Konst, vuxen Skönhet, men Dürer förnekade mänskan hans skönhet. Dürer förnekade också mänskans grymhet. Michelangelo förnekade den inte, han

langen ſchlanken Stengel zu einem Flechtwerk verbunden zu haben, einen „Garten der Nereiden“ von märchenhafter Pracht bildend. Die Abbildung Fig. 190 zeigt eine Platte aus dem Stuttgarter Naturalienkabinett mit ſolchen verſchlungenen Stielen.

Von der letztgenannten, ſchönſten Gattung der Haarlilien hatte man eine einzelne ſeltene Art (Pentacrinus caput Medusae) in einigen wenigen Exemplaren lebend gefunden, aber die Apiokriniden und ihre Verwandten hielt man ſeit undenklichen Zeiten für ausgeſtorben. Allein vor einer Reihe von Jahren zog der mehrerwähnte Paſtor Sars an der norwegiſchen Küſte aus einer Tiefe von 1800 Fuß eine Meerlilie hervor, die den Haarlilien der Jurazeit außerordentlich nahe ſteht, und gleichſam ein lebendes Foſſil vorſtellt. Sie wurde von dem jüngern Sars, der ſie 1866 in der Nähe der Lofoten fand, Rhizocrinus lofotensis (Fig. 191) genannt, allein die Tiefſeeforſchungen zeigten, daß ſie auf dem Grunde des atlantiſchen Oceans an ungeheuer weit von einander entfernten Orten, z. B. im mexikaniſchen Meerbuſen ebenfalls lebt. Ihre Zergliederung hat den Naturforſchern wichtige Aufſchlüſſe über die Organiſation der Weichtheile juraſſiſcher Haarlilien ergeben. Den Naturforſchern des amerikaniſchen Schiffes Haßler gelang es, auf ihrer Expedition von 1871—72 eine ſolche den Apiokriniden naheſtehende Meerlilie lebend aus der Tiefe emporzuziehen und ſie am Bord des Schiffes mit Muße zu beobachten. So lange die Thierblume geſchloſſen war, blieben auch die Fiederchen der Arme gegen

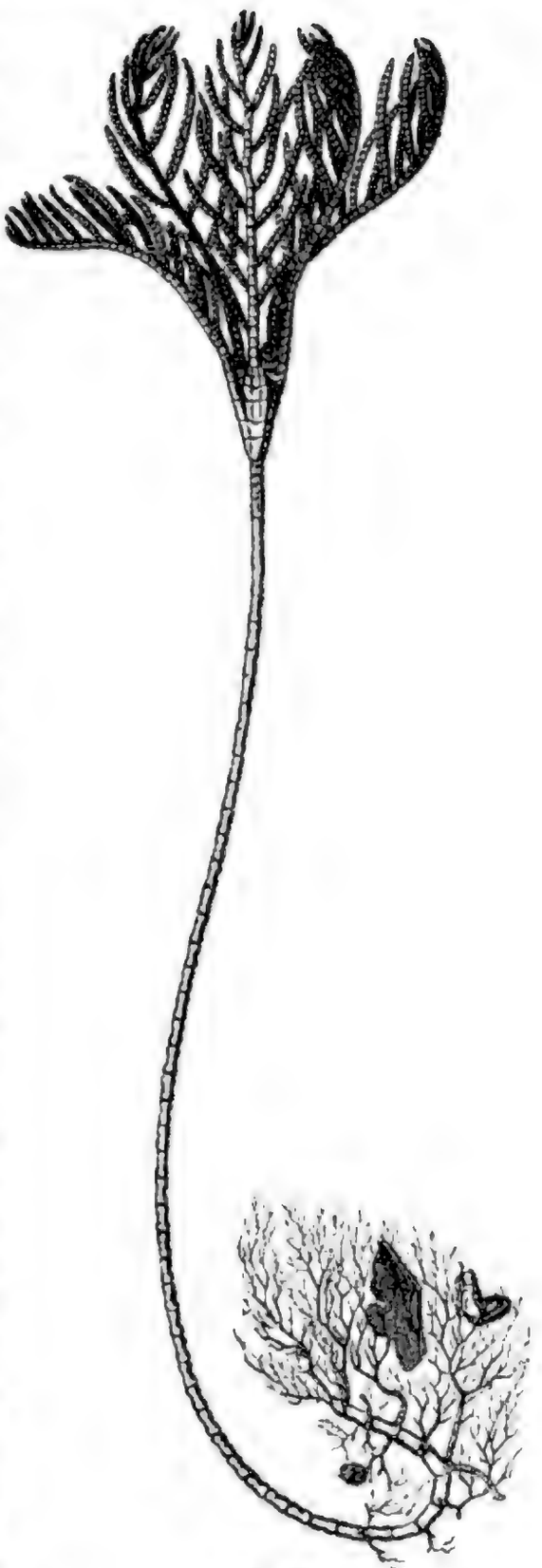


Fig. 191.
Wurzelhaarlilie (Rhizocrinus lofotensis).
1½ der natürlichen Größe.

dieſelbe angedrückt, aber in demſelben Grade, wie die Krone ſich öffnete, breiteten ſich dieſe Fiederchen ſeitlich aus. Dabei krümmten ſich die Arme nach außen zurück, ſo daß ſie ſich zuletzt im Rücken berührten und die ganze Erſcheinung einer Türkenbundlilie glich. Wurde das Thier beunruhigt, ſo legten ſich zuerſt die kleinen Fiederchen an die Arme, dann näherten dieſe ſich einander und das ganze Gebilde ſchloß ſich langſam und feierlich. Ohne Zweifel war es ein aufregendes Schauſpiel, dieſe Regungen eines Lebens zu beobachten, welches man längſt erſtorben wähnte, an einem Thiere, deſſen Verwandten die Korallenbänke des Jurameeres in dichten Schaaren bevölkerten. Noch ein Vorgang beim Sterben des Thieres bewies, wie ſehr, trotz der ungeheuren inzwiſchen verfloſſenen Zeit, das Thier den Gewohnheiten ſeiner Ahnen treu geblieben iſt. Es zerbrach im Sterben ſeine Arme ſelbſt, wie es die meiſten Apiokriniden thaten, deren Kelche ſich desbalb ziemlich allgemein ohne Arme finden. Dieſe offenbar auf einer Art unwillkürlichen Krampfes beruhende Anlage zur Selbſtzerſtörung iſt auch bei verſchiedenen Seeſternen, Holothurien und Krebſen beobachtet worden. Bei einem zu den mehrarmigen Seeſternen gehörenden Thier, **Luidia fragilissima**, iſt dieſe Anlage, im Sterben oder bei unſanfter Berührung ſich in tauſend Stücke zu zerſprengen, ſo weit ausgebildet, daß man, um es für naturhiſtoriſche Sammlungen zu präpariren, eine beſondere Liſt anwenden muß. Man taucht es nämlich unverſehens in Süßwaſſer, welches auf dieſes Thier wie Gift wirkend, einen ſo plötzlichen Tod herbeiführt, daß der zerſtörende Krampf nicht zur Wirkung kommen kann. Daraus, daß man mehrere Gattungen dieſer Haarlilien älterer Familien in neuerer Zeit in größeren Tiefen auf dem Meeresboden gefunden hat, haben einige Naturforſcher ſchließen wollen, daß ſie, früher in geringerer Meerestiefe lebend, ſich dahin zurückgezogen hätten, weil ſie nur dort den größeren Druck und das mindere Licht fänden, was ſie früher in geringeren Meerestiefen anzutreffen gewohnt waren. Allein der zarte Bau der meiſten Gliederlilien ſcheint anzudeuten, daß ſie von jeher für Seetiefen organiſirt waren, die wenigſtens nicht mehr von den Stürmen der Oberfläche aufgewühlt werden. In der That hat man bei der Challenger-Expedition aus Tiefen von fünfhundert bis zweitauſend Faden zahlreiche lebende Pentacrinus-Arten emporgezogen, einmal fünfzig Exemplare mit einem einzigen Schleppnetzzuge.

Fig. 192.
Comatula mediterranea.

Wenn in dem vollſtändigen Erſatz der Tafellilien durch die ſie ablöſenden Gliederlilien eine zweifelloſe Vervollkommnung des Typus ausgedrückt iſt, ſo war damit der Entwicklungskreis noch keineswegs beendet.

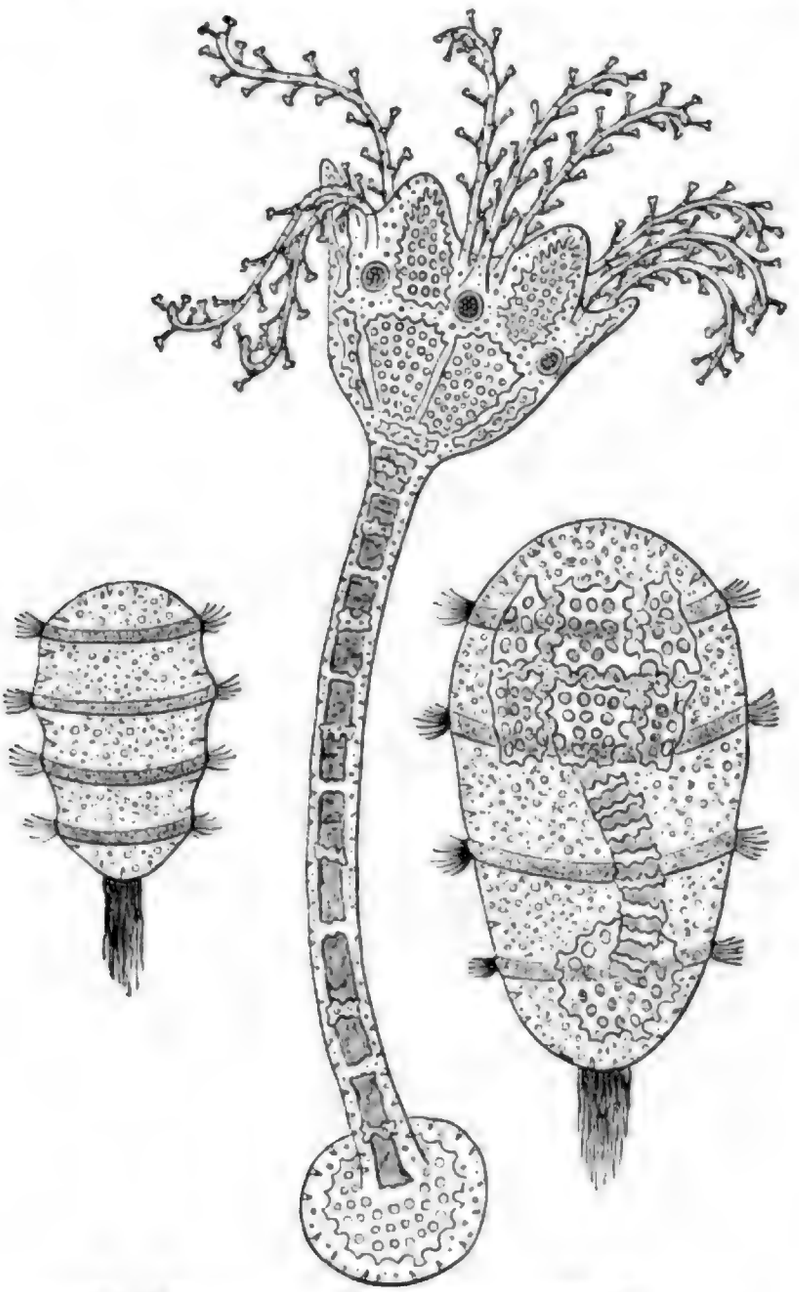


Fig. 193. Fig. 195. Fig. 194.
Entwicklung von Comatula rosacea nach Thomſon und Carpenter.

In der Jurazeit trat vielmehr noch eine neue Abtheilung der Pelmatozoen auf, welcher die Mehrzahl der jetzt noch lebenden Vertreter derſelben angehört, die Haarſterne oder Comatuliden, während die Haarlilien, wie geſagt, ſeit ihrer Blüthezeit im Jurameere auf dem Ausſterbe-Etat ſtehen. Sie haben eine Entwicklung, die an die oben beſchriebene Entwicklung der

Medusen aus Hydroid-Polypen erinnert, obwohl hier stets aus jeder mit ihrem Fuße festgewachsenen Haarlilie nur ein Haarstern hervorgeht. Die Blume macht sich in ihrem Alter von dem Stengel los, schwimmt und kriecht, die kürzern innern Arme (Fig. 196) als Haltorgane benützend, auf Klippen, Tangen, Korallenstöcken u. s. w. umher. Von diesen letzten Nachkommen des Haarlilien-Geschlechts leben noch mehr als dreißig Arten

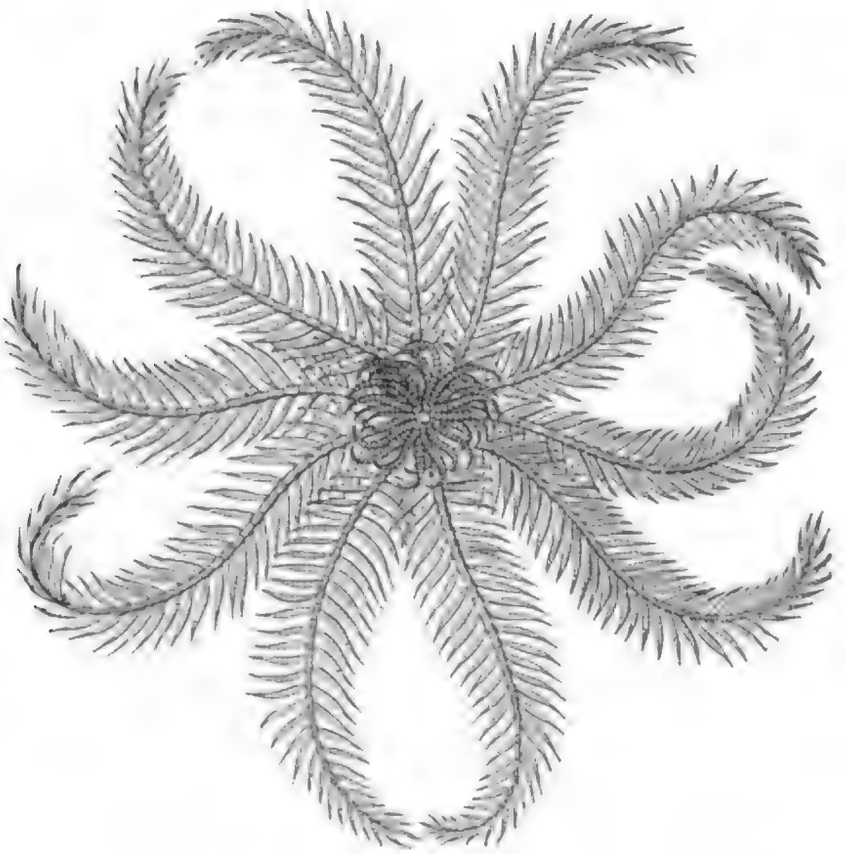


Fig. 196.
Comatula rosacea, im vollendeten Haarstern-Stadium.

(Fig. 192) in allen Meeren, während die eigentlichen Haarlilien bis auf eine bescheidene Zahl in den größten Meerestiefen lebender Arten, zusammengeschmolzen sind. Die jüngsten ihres Stammes durchlaufen aber in ihrem Dasein fast die ganze Geschichte ihres Geschlechtes. Es verlohnt sich deshalb, ihre Entwicklung, welche Wyville Thomson und Carpenter an **Comatula rosacea** studirt haben, etwas genauer zu betrachten. Die Larve verläßt das Ei in Gestalt einer tönnchenförmigen Wurmlarve mit gewimperten Bändern und einem Haarschwänzchen (Fig. 193). Allmälig sieht man in derselben einen gestielten kolbenförmigen Körper hervorsprossen (Fig. 194), der, nachdem die Larve sich an irgend einem Gegenstande festgesetzt und ihre Wimpern verloren hat, durch Hervortreiben zarter Arme sich in eine Haarlilie verwandelt (Fig. 195). Die Aehnlichkeit mit einer

Haarlilie ist jetzt so vollständig, daß früher die jungen festgewachsenen Haarsterne mehrfach mit Haarlilien verwechselt wurden. Auch hat Professor Ludwig in neuerer Zeit nachgewiesen, daß die jungen Haarsterne genau die von dem erwachsenen Haarsterne verschiedene, innere Organisation der jurassischen Haarlilien (und ihrer lebenden Nachkommen) besitzen, so daß hier die vollständigste Parallele zwischen der Entwicklung des einzelnen Individuums und der des gesammten Geschlechts vorliegt. Der vermeintliche Pentacrinus (Fig. 195) wächst beträchtlich, erleidet noch mancherlei Umwandlungen und verläßt endlich als freier Haarstern seinen Stiel (Fig. 196), um mithin nach so mannigfachen Wandlungen wieder ein frei bewegliches Thier zu werden wie die Urahnen des Stammes. Wir beobachten in diesem Vorgange besonders deutlich die noch in unzähligen andern Beispielen hervortretende Thatsache, daß in der persönlichen Entwicklung nur die jüngsten Wandlungen des Geschlechtes mit größerer Deutlichkeit hervortreten, während die ältern zu einem schwer enträthselbaren „Knäuel" zusammengeschoben wurden, so daß höchstens die einfachsten Anfangsstufen, wie die Gasträa und auch diese nicht immer deutlich erkennbar bleiben.

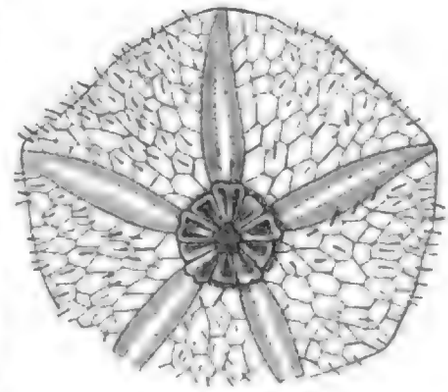


Fig 197.
Palaeodiscus ferox aus englischem Obersilur.

Die Asterozoen oder Sternthiere, welche in die Unterklassen der Seesterne (Asteroideen) und Schlangensterne (Ophiuriden) zerfallen, lassen sich unschwer von den scheibenförmigen Meeräpfeln, wie Agelacrinus und Lepidodiscus (Fig. 182) herleiten und gewisse scheibenförmige Seesterne, wie Palaeodiscus ferox (Fig. 197) erinnern unmittelbar an dieselben. Es darf aber hierbei nicht vergessen werden, daß es sehr alte Seesternformen giebt, da sie bereits im untern Silur vollkommen in ihrer Eigenart entwickelt auftreten; sie müssen sich also sehr früh von den Pelmatozoen abgetrennt haben. In gewissem Sinne kann man sie als umgekehrte Pelmatozoen betrachten, die ihre Rückenseite, mit der sie an den Stiel und Boden befestigt waren, nach oben gekehrt haben, während der bei den Stielthieren oben stehende Mund nunmehr nach unten gekommen ist und dem Boden zugekehrt wird. Dreht man einen See- oder Schlangenstern um, so daß der Mund nach oben kommt, wie in Figur 197, so entspricht diese Unterseite offenbar der Kelchdecke der Pelmatozoen. In dieser Stellung haben dann die drei Hauptorgan-Kreise (Ambulacral-, Blutgefäß- und Nervenstrang bei Asterozoen und Pelmatozoen) genau dieselbe Lage und die Homologie mit dem Ambulacrum, beispielsweise einer Knospenlilie, kann gar nicht zweifelhaft sein. (Vergl. Fig. 197.)

Das Geschlecht der Altsterne (Palaeaster), von dem Figur 198 eine etwas jüngere, aber im allgemeinen Bau nur wenig veränderte, spätere Art darstellt, ist nicht nur bereits in den untersten Silurschichten Europas und Amerikas vertreten, sondern angeblich schon in den kambrischen Schichten von Bala in Wales gefunden worden, so daß es mit Urnensternen und Meeräpfeln zu den ältesten überhaupt bekannten Echinodermen gehören würde. Dazu kommt, daß die Seesterne unter den Echinodermen unbedingt den gleichförmigsten und beständigsten Typus darstellen. Mit Erstaunen bemerkt man unter den Versteinerungen der ältesten Silurschichten echte Seesterne

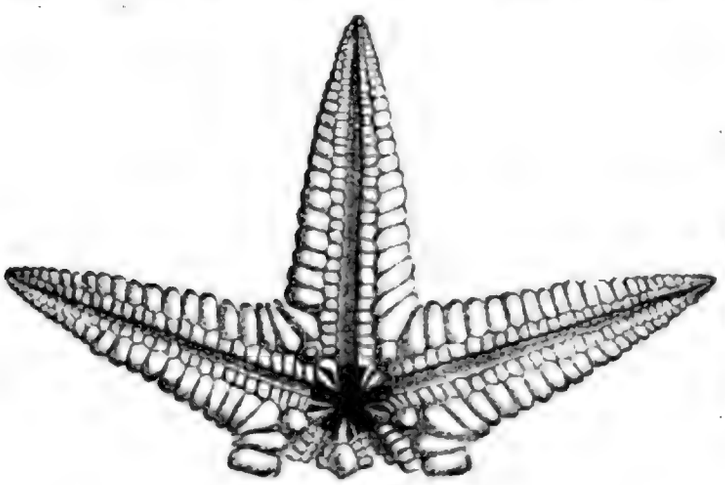


Fig. 198.
Palaeaster Eucharis, aus dem amerikanischen Devon. In natürlicher Größe von unten.

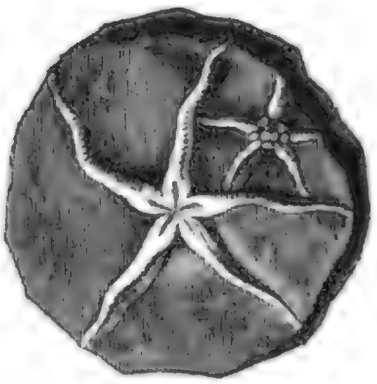


Fig. 199.
Asterias lumbricalis

und Schlangensterne, die in ihrer Gesammterscheinung so wenig von den noch heute lebenden Formen abweichen, daß die genaueste Untersuchung nöthig ist, um wirklich einige kleine Unterschiede zu finden. Alle übrigen Echinodermen haben im Laufe der Zeiten nachweislich viel tiefer gehende Wandlungen erfahren, was meist ein Zeichen jüngerer Abkunft ist. Ein Umstand verdient indessen hier Beachtung, nämlich der Bau der auf der Mittellinie der Unterseite der Arme verlaufenden Ambulacralfurchen, die ein Wassergefäß aufnehmen, und deren Platten bei Palaeaster und den meisten ältesten Seesternen ähnlich wie an den Armen der Crinoideen alterniren, während sie bei den jüngeren Seesternen einander gegenüberstehen. Man rechnet daher auch jene ältesten Seesterne zu einer Gruppe, die man als diejenige der Crinoideen ähnlichen Seesterne (Enerinasteriae) bezeichnet. Ihnen folgten aber die mit dachförmig geneigten, in der Mitte der Ambulacralfurche zusammenstehende Platten versehenen jüngeren noch fortlebenden Seesterne (Euasteriae) schon in paläozoischen Zeiten.

Unter den jüngern Seesternen giebt es gegenüber den Formen, bei denen sich die Arme gar nicht über die Scheibe erheben (Fig. 197), auch solche, die gänzlich aus den fünf Armen zu bestehen scheinen, wie Asterias

Seestern (Asterias). Seestern (Asterias). Seestern (Asterias).

Seestern (Asterias).

bewährt sich. Es wird auch von anderen Seesternen gefressen, besonders von Krebsen, aber diese leben in der Regel in anderen Meeresteilen als Seesterne und Muscheln. Die Seesterne, welche Muscheln fressen, sind meist Tiefseetiere, die nicht in Muschelbänken leben.

Seestern (Asterias).

Netz- bzw. grosse Sternen- oder Seesterne (Asterias) sind in vielen Arten bekannt. Sie haben meist fünf Arme, die sich nach dem Ende zu verjüngen. Sie sind

Schon in den älteſten Meeren miſchten ſich unter die echten Seeſterne die durch Uebergangsglieder mancherlei Geſtalt vermittelten ſogenannten Schlangenſterne oder Ophiurideen, bei denen das Mittelſtück, welches die Verdauungswerkzeuge aufgenommen hat, ſich mehr und mehr zur ſelbſtändigen Hauptperſon, in Geſtalt einer runden oder eckigen Scheibe ausgebildet hat, an welcher die ſcharf abgeſetzten, oft ſchlangenförmig verlängerten, viel gegliederten, furchenloſen Arme ſitzen (Fig. 200). In der heutigen Lebewelt ſtehen ſich die echten Seeſterne und die Schlangen-

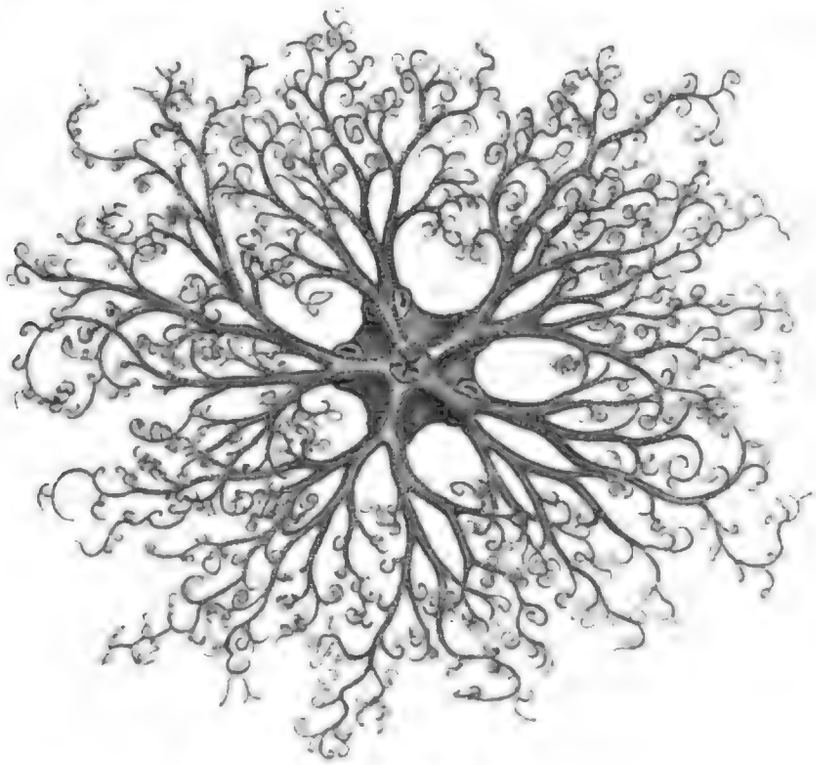


Fig. 202.
Meduſenhaupt (Astrophyton verrucosum).

ſterne ſo unvermittelt gegenüber, daß man an ein vollſtändiges Ausſterben jener zahlreichen Mittelformen denken mußte, bis vor etwa zwanzig Jahren der ſchwediſche Naturforſcher Absjörnſen aus einer großen Tiefe des Hardanger Fjords einen elfarmigen Seeſtern (Brisinga Fig. 201) emporzog, der eine deutliche Uebergangsform zwiſchen beiden Familien darſtellt, und daher in keiner von ihnen unterzubringen war, weil er nur in der Vorwelt nähere Verwandte beſaß. So werden unſere Kenntniſſe von den Verwandtſchaftsverhältniſſen der Lebeweſen noch beſtändig ergänzt und gar mancher neue Fund, welchen die Tiefſeeforſchungen unſerer Zeit an den Tag brachten, eignete ſich, eine längſt gefühlte Lücke der Weſenreihen auszufüllen.

Nicht ganz ſo ſicher iſt die dritte Ordnung der Seeſterne, die der Meduſenhäupter oder Euryaleen, deren Arme nicht mit Schildern bedeckt

ſind und ſich gewöhnlich mehrfach veräſteln, unter den foſſilen Formen nachgewieſen. Doch kennt man einige ſtacheltragende Seeſterne des obern Silur und Kohlenkalk, die wahrſcheinlich zu dieſer Gruppe gehört haben. In der Neuzeit ſind ſie durch mannigfache Formen vertreten, unter denen das Meduſenhaupt (Fig. 202) eine der ſchönſten iſt. Ihre Entwicklungsgeſchichte zeigt, daß die veräſtelten Arme aus einfachen Armen hervorgegangen ſind, was allerdings von ſelbſt verſtändlich erſcheint.

Die fünfte Hauptklaſſe der Stachelhäuter, die der Seeigel oder Echinoideen, ſcheint in ihrem arm- und ſtielloſen, rundlich geſchloſſenen Bau kaum noch eine äußere Aehnlichkeit mit den lebenden Vertretern der andern Klaſſen darzubieten, aber ſobald man auf die alten Meeräpfel zurückgeht, trifft man eine ſo reichliche Menge von Uebereinſtimmungen, daß an einem gemeinſamen Urſprung nicht gezweifelt werden kann. Beide zeichnen ſich durch eigenthümliche Poren in den Kalkplättchen aus, welche letzteren von ſechseckiger Form in der Haut (Periſom) abgelagert werden. Der oben (Fig. 180) abbildete Mesites bietet, obwohl man ihn zu den Meeräpfeln rechnet, beinahe ebenſoviel Berührungspunkte mit den Seeſternen, wie mit den älteſten Seeigelformen dar. Zwiſchen den Seeſternen und Seeigeln beſteht heute ein trennender Unterſchied darin, daß die fünf radialen Waſſergefäße, die von dem bei beiden Klaſſen auf der Unterſeite befindlichen Munde ausſtrahlen, bei den Seeſternen frei in einer oberflächlichen Furche, (der Ambulakral-Furche oder -Rinne S. 320) verlaufen, während ſie bei den Seeigeln von der getäfelten Schale bedeckt werden; die häutigen Fortſätze der Waſſergefäße, die Ambulakralfüßchen, müſſen deshalb durch Poren der Kalkſchale nach außen treten, und dadurch entſtehen auf jedem Seeigelgehäuſe fünf mit Poren verſehene, vom Munde zum Scheitel laufende meridionale Streifen, welche durch ebenſoviele porenloſe Felder von einander geſchieden werden. Neumayr hat nun darauf aufmerkſam gemacht, daß bei Mesites anſcheinend ein Verhalten der Waſſergefäßrinne vorhanden war, welches zwiſchen den jetzt für die beiden Klaſſen typiſchen Verhältniſſen in der Mitte ſteht, die Rinne war gegen außen und gegen innen mit einer Reihe von Plattenpaaren bedeckt. Denkt man ſich nun die äußere Plattenreihe weg, ſo ergiebt ſich das Verhältniß der Rinne bei den Seeſternen, verſchwindet dagegen die innere, ſo würde der Bau dem der Seeigel entſprechen.

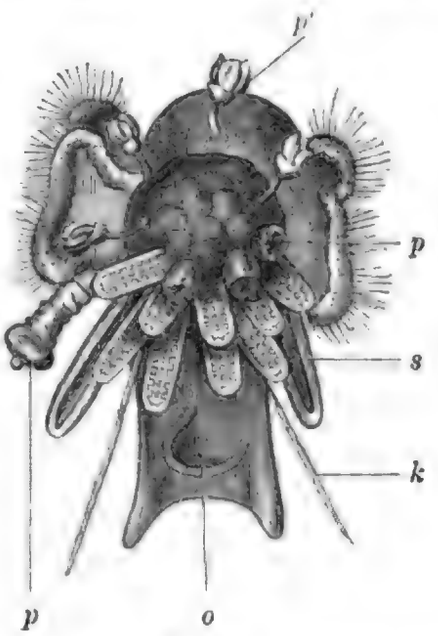


Fig 203.
Die junge Seeigellarve im letzten Stadium. k Reſt des Kalkgerüſts der Arme, o Mund, p Füßchen (Pedicelli), p' Greifzangen (Pedicellaria), s Stacheln.

Die Entwicklungsgeschichte sagt uns bei den Seeigeln nicht viel Neues. Wie bei den meisten ihrer Verwandten sind die Larven Hochseethiere, die sehr früh in den Kampf ums Dasein hinausmüssen, und dazu allerlei Ausrüstungen bedürfen, die sich auf jeder Stufe in anderer Form erneuern und nachher von ihnen abfallen. Auf die Wimperschnurlarve, die denen der Holothurien und Seesterne (Fig. 177 A, B) ähnlich ist, folgt ein Pluteusstadium, welches an dasjenige der Seesterne (Fig. 178) erinnert. Die Larve hat, um sich schwimmend zu erhalten, lange starre, wie Balanzirstangen wirkende Arme entwickelt, durch welche sie von den Strömungen erfaßt und von dannen geführt wird. Dieser gesammte äußere Schwimmapparat geht wie gesagt verloren, während der innere Theil der Larve mit dem Verdauungsapparat in die fünfstrahlige Pentactula-Larve (Seite 306) übergeht. In dem letzten Stadium zeigen sich neben den Wimperresten schon die Greif- und Bewegungsorgane, Füßchen und Zangen (Fig. 203 p und p') der erwachsenen Seeigel, die gegenüber der leichtbeweglichen Larve träge am Boden kriechende Thiere sind.

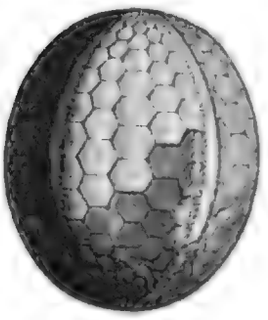


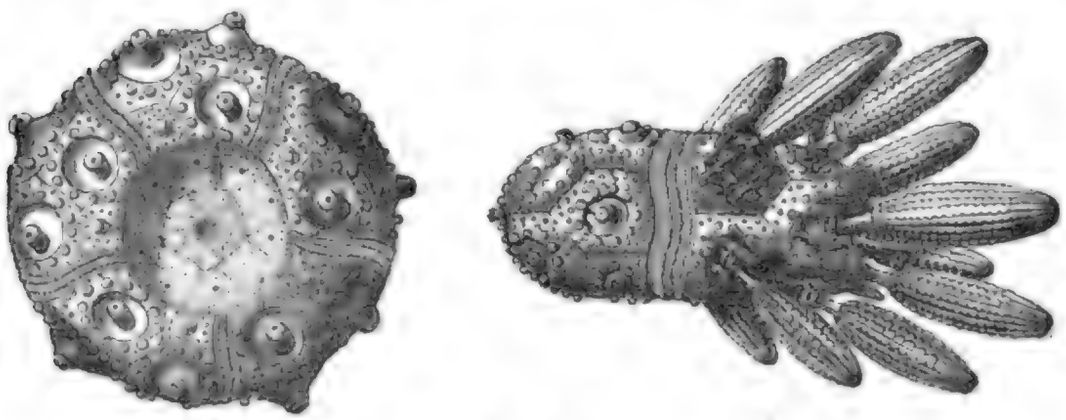
Fig. 204.
Palaeocidaris ellipticus. Aus dem Kohlenkalk.

Die Seeigel reichen in der Geschichte des Lebens nicht ganz soweit zurück, wie ihre muthmaßlichen Vorfahren, die Meeräpfel. Sie treten zuerst in den Schichten der unteren Silurformation mit wenigen seltenen Gattungen auf, die man als Altigel (Palechinoideen) bezeichnet. Sie unterscheiden sich von den jüngern Seeigeln (Euechinoideen), welche stets in ihrem Umfange zwanzig von einem Pole zum andern (meridional) verlaufende Täfelchen-Reihen zeigen, unter anderm dadurch, daß diese Zahl noch nicht so fest bestimmt ist. Es kommen unter den Altigeln sowohl solche Arten vor, die weniger als zwanzig, als solche, die viel mehr als zwanzig Reihen aufweisen. Die hier (Fig. 204) abgebildete Art gehört zu den letzteren und trug wohl keine Stacheln. Oft liegen bei diesen ältesten Seeigeln die Platten, statt durch Nähte verbunden zu sein, dachziegelförmig über einander, was dem Thiere eine leichtere Beweglichkeit sicherte. Nur in einer vereinzelten Linie, derjenigen der Echinothuriden, von der wir nachher sprechen, hat sich diese Beweglichkeit der Platten bis heute vererbt.

Die jüngern Seeigel (Euechinoideen) mit zehn ambulakralen und zehn interambulakralen Täfelchen-Reihen, zu denen alle heute lebenden Arten gehören, erschienen zuerst mit Beginn der Sekundärzeit in der Triasformation, nachdem die eben geschilderten Palechinoideen gleichzeitig mit den Knospenstrahlern im Steinkohlenzeitalter und in der permischen Periode vollständig ausgestorben waren. Wie sie die letzteren der Zeit nach ablösen, so kann kaum ein Zweifel sein, daß sie auch die Leibeserben derselben waren, denn die jungen Euechinoideen weisen noch heute mehrere charakteristische Kennzeichen der Palechinoideen auf, die bei ihrer Weiterentwicklung

verschwinden. Es ist eine durch die ganze Geschichte des Stammes verfolgbare Eigenthümlichkeit der Seeigel, daß die meisten Geschlechter nicht sehr langlebig waren und selten aus einer Erd-Epoche in die nächstfolgende übergingen, ohne sich erheblich verändert zu haben.

Als die älteste und Stammfamilie der jüngern Seeigel haben wir die Keulen- oder Turban-Igel (Cidariden) zu betrachten, welche die Reihe der regelmäßigen Seeigel (Regulares) eröffnen, bei denen die am Scheitel befindliche Auswurfsöffnung der auf der Mitte der Unterseite befindlichen Mundöffnung genau gegenübersteht und die Ambulakralfelder



a b

Fig. 205.

Cidaris coronata aus dem weißen Jura (Württemberg). a Von oben, b von der Seite, mit auf der einen Seite des Ambulakralstreifens restaurirten Stacheln.

einfach, bandförmig und untereinander gleich sind. Die Cidariden (Fig. 205), welche von der Triaszeit bis in die Neuzeit reichen, zeichnen sich durch schmale, mehr oder weniger wellenförmig gebogene Ambulakralstreifen aus, zwischen denen je zwei Reihen Platten mit großen Stachelwarzen stehen. Die Stacheln sind besonders kräftig und häufig keulenförmig verdickt (b); sie gaben im abgebrochenen Zustande, wie sie sich meist fossil finden, unter dem Namen Judensteine oder „Melonen vom Berge Karmel" früher ein beliebtes Pilgerwahrzeichen her.

Von den Cidariden lassen sich leicht und oft durch ganz vollständige Reihen die übrigen Familien der regelmäßigen Seeigel ableiten, unter denen die meisten bereits in der Jurazeit ihre Vertreter hatten, und, wenn auch in verminderter Anzahl, bis zur Gegenwart ausgedauert haben. Außer vielen andern allmälig zu verfolgenden Abänderungen ist bei ihnen namentlich eine Vermehrung und Verkleinerung der Warzen und Stacheln hervorzuheben. Die Verjüngung der Stacheln zeigt sich nicht immer in der Länge derselben, denn die Diadematiden, zu denen die in Fig. 206 abgebildete Goniopygus-Art gehört, und viele andre Familien tragen ziemlich lange Stacheln, aber sie sind dann meist dünn und ohne stärkere Anschwellung. Während die Jungen der heute lebenden Cidariden, nachdem

ſie einmal die typiſche Seeigelform erreicht haben, ſehr wenig durchgreifende Veränderungen mehr zeigen, gehen die jüngern Regulären ſtets durch einen der Grundform (Cidaris) ähnlichen Jugendzuſtand mit ſpärlichen, großen Warzen und gewaltigen Stacheln hindurch. Dieſe lehrreiche Umwandlung iſt beſonders auffallend bei denjenigen Regulären, die gleich den bald zu erwähnenden Irregulären dicht mit zahlreichen kleinen Stacheln bedeckt ſind (Fig. 207). Das ſpätere Vorwiegen der kurzſtachligen Arten erklärt ſich wohl ſchon dadurch, daß ihre Stacheln leichter von den in den Ambulakralreihen hervortretenden Schwellfüßchen, welche die Fortbewegung und das

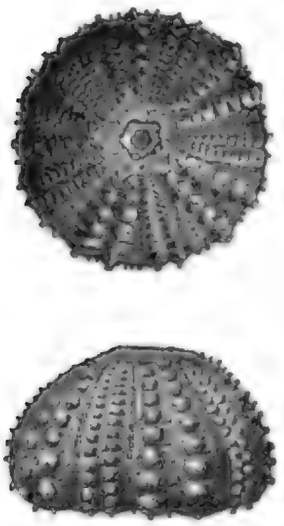


Fig. 206.
Goniopygus major von oben und von der Seite. Kreide

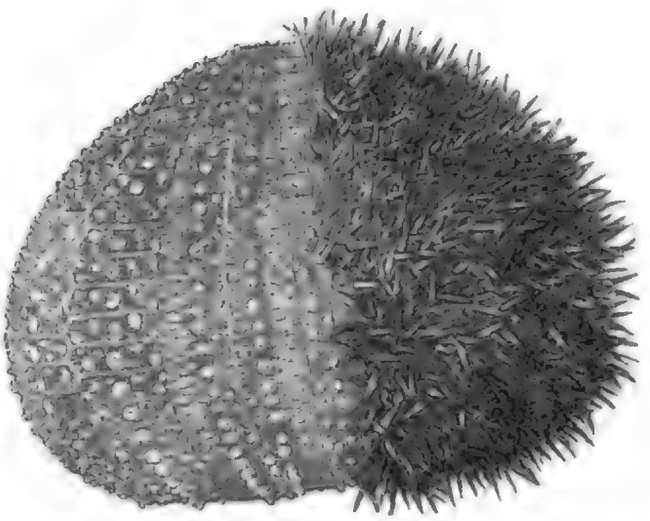


Fig. 207.
Seeigel mit halb von den Stacheln entblößter Schale.

Feſthaften der Seeigel vermitteln, überragt werden. Die Stacheln hat man früher wahrſcheinlich allzu einſeitig für Vertheidigungsmittel, gleich denen der Landigel angeſehen. Allein abgeſehen davon, daß ſie die Seeigel keineswegs vollſtändig gegen das Gefreſſenwerden ſchützen, haben ſie offenbar noch eine andere Thätigkeit, als Greiforgane, die einen Nahrungsbiſſen feſthalten und ihn, wie Eiſig beobachtete, nach dem Munde befördern, indem die in demſelben Meridian liegenden Stacheln ſich ſo bewegen, daß ſie den Biſſen immer neuen Nadelgruppen reichen, bis er zum Munde gelangt iſt. Unter die Stacheln miſchen ſich öfter förmliche Greifzangen (Pedicellarien), ähnlich denen der Moosthiere (vgl. S. 292), die auch ſchon an den Larven einzelner Arten (vgl. Fig. 203) auftreten. Auch an der Fortbewegung ſind die im Gelenk beweglichen Stacheln nicht ganz unbetheiligt, namentlich bei den Spatangiden, deren Schwellfüßchen ohne Saugſcheiben ſind. Mit den Schwellfüßchen ergreifen die Seeigel vielfach auch Fremdkörperchen, Muſchelſchalen, Scherben, Algenſtücke u. dergl., die ſie über ſich halten, um ſich darunter zu verſtecken, oder unter einer ſolchen unverdächtigen Hülle

auf Raub auszugehen. Dohrn beobachtete den kleinen, im Mittelmeer häufigen kurzstachligen Seeigel (Toxopneustes brevispinosus), der nicht weniger als 26 Muschelschalenstücke über seinem Rücken hielt, und nun, selbst unsichtbar, wie ein unschuldiges Häufchen Muscheln daherschob und unter dieser Maske Heuschreckenkrebse fing, denen er plötzlich zahlreiche Saugfüßchen auf die Schale setzt, um sie unentrinnbar festzuhalten. Andere Arten nähren sich vorzugsweise von Pflanzen, die sie förmlich abweiden.

Fig. 208.
Felsenküste mit Steinseeigel-Nestern zur Ebbezeit.
(Nach La Nature)

Die bisher betrachtete Abtheilung der regelmäßigen Seeigel ist mit einem äußerst kräftigen Kauapparat versehen, der die Gestalt einer fünfseitigen Pyramide besitzt und von Aristoteles mit einer Laterne verglichen worden war, weshalb er „Laterne des Aristoteles" genannt wird. Die nach außen gerichtete Spitze der Pyramide besteht aus fünf zusammengeneigten scharfen Zähnen, von denen jeder durch einen interradiären Kiefer bewegt wird. Mit diesen scharfen und spitzen Zähnen graben sich die sog. Steinseeigel gruppenweise tiefe Nester in den Felsboden der Küste (Fig. 208), in denen man sie zur Ebbezeit z. B. an den Küsten Frankreichs, Englands und Italiens massenhaft hausen sieht. Bei den unregelmäßigen Seeigeln (Irregulares), von denen wir alsbald sprechen werden, ist dieser Kauapparat theils viel schwächer entwickelt (bei den Schildigeln oder Clypeastriden), teils fehlt er ganz (bei den Ei- und Herzigeln, Cassiduliden und Spatangiden); diese Arten können sich demnach nicht Nester in den Felsen bohren, wie die Regelmäßigen.

Von dem in einem Ringe angeordneten Nervenapparat soll hier nur erwähnt werden, daß er oft mehr als tausend Schwellfüßchen und ebensoviele Stacheln zu regieren hat, durch deren gemeinsame Bewegungen das Thier fortschreitet oder rollt und die Nahrung zum Munde führt. Vor nicht langer Zeit entdeckten die Vettern Sarasin auf Ceylon einen prachtvollen regelmäßigen Seeigel (Diadema), dessen schwarzsammtenes Haut-

kleid mit hunderten leuchtend blauer Flecken überſäet war, die ſich unter dem Mikroſkop muſiviſch aus Sechsecken zuſammengeſetzt zeigten und Augen darſtellten! Wenn ſie ihre Hand den Seeigeln näherten, ſo richteten dieſe drohend ihre langen Stacheln nach der gefährdeten Richtung und waren ziemlich ſchwer zu ergreifen. Die Fortbewegung dieſer Thiere fordert unſre Aufmerkſamkeit heraus.

Wenn man ein ſolches, im Aeußern völlig regelmäßig gebautes Thier, ſei es nun ein regulärer Seeigel oder ein Seeſtern, durch abwechſelndes Anſaugen und Loslaſſen ſeiner unzähligen Schwellfüßchen dahinkriechen ſieht, ſo fällt ein eigenthümlicher Mangel dieſer Organiſationen alsbald ins Auge: die für ein kriechendes Thier ſeltſame Zielloſigkeit. Von einem

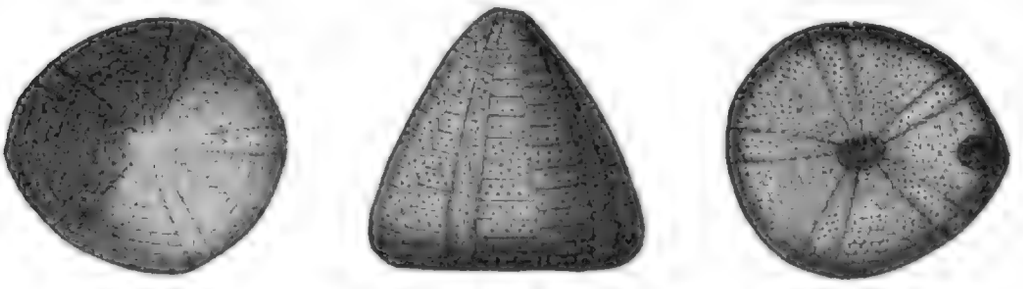


Fig. 209.
Galerites albogalerus. Aus der weißen Kreide. Von oben, von der Seite und von unten.

Vorwärtskriechen kann man bei ihnen kaum reden. An dem einen Ende jedes Armes (bei den Seeſternen) oder am Beginn der denſelben entſprechenden Ambulakralfurchen (bei den Seeigeln) ſitzt ein einfacher oder doppelter Augenfleck, welchem von ſeinen fünf oder zehn Augen ſoll aber das Thier folgen? Wir werden an den Tanz mehrköpfiger menſchlicher Mißgeburten erinnert; das ganze Verhältniß erſcheint uns als ein höchſt unzuträgliches, eine körperliche und geiſtige Fünftheilung, bei welcher der den Magen umgürtende Nervenring die Einſtimmung vermitteln muß. Ein kriechendes Thier, welches zwar ein oben und unten, eine Rücken- und Bauchſeite, aber kein vorn und hinten beſitzt! Das mag bei feſtgewachſenen Thieren, wie den Seelilien angehen, aber bei kriechenden Strahlthieren werden wir ohne Zweifel die allmälige Ausbildung eines Vorder- und Hinterendes als einen Fortſchritt, als die eigentliche Vollendung der durch Einziehung der Arme kräftig begonnenen Verſchmelzung zum Einheitsthier betrachten müſſen.

Gewiſſermaßen kann man dieſen beſonderen Entwicklungsgang durch die Grundlage der Fünfzahl für den Bau dieſer Thiere voraus bedingt finden. Ein fünfſtrahliges Thier iſt nicht mehr ſo vielſeitig ſymmetriſch wie ein vier-, ſechs-, acht- oder gar zwölfſtrahliges; es läßt ſich nur ſo in zwei Hälften theilen, daß man einen Strahl halbirt, und dieſe Hälften ſind nicht, wie in den andern Fällen, weiter in zwei ſymmetriſche Hälften

theilbar. Der fünfstrahlige Stern hat, wie er sich auch bewegen möge, eine zweitheilige Vorder- oder Hinterseite (das Bivium), der ein Dreispitz (Trivium), das Zeichen des Neptun, gegenüberliegt. Diese Annäherung an die allen höhern Thieren gemeinsame zweiseitige Symmetrie dürfte es erklären, warum von allen Meeräpfel-Nachkommen der Urzeit nur die fünftheiligen eine Zukunft gehabt haben, denn sie boten neben den nächst berechtigten drei- und siebentheiligen jedenfalls die für diesen Typus meistbegünstigte Zusammensetzung.

Wir haben erwähnt, daß der gemeinsame Verdauungs-Apparat an dieser Fünfstrahligkeit keinen Antheil nimmt und von seiner Lage geht daher, wie selbstverständlich, die Rückverwandlung in ein zweiseitig symmetrisches Thier, mit vorn und hinten, rechts und links, aus. Diese Veränderungen machen sich nach außen bei den Fossilien zunächst nur an der Veränderung der gegenseitigen Lage der vordern und hintern Oeffnung des Ernährungskanals bemerkbar. Während bei den regelmäßigen Seeigeln (Fig. 205—207), die in der Triaszeit noch das alleinige Regiment führten, heute aber in ihrer Artenzahl sehr beschränkt sind, der Mund in der Mitte der Unterseite, sein Gegenpol auf der des Rückens lag, beginnt bei einzelnen Seeigeln der Juraperiode die Austrittsöffnung ihre Mittelpunktsstellung am Scheitelpol des Thieres zu verlassen, während der Mund noch vorläufig seine zum Abgrasen der Tangwälder geeignetste Stellung im Mittelpunkt der Grundfläche bewahrte. Man kann sich denken, daß einer der fünf Strahlen nunmehr entschieden die Führung übernommen habe, denn wir sehen die obere Körperöffnung in der zwischen den beiden hintern Strahlen liegenden Zwischenzone rückwärts wandern, und zwar schrittweise von dem mittleren Theile des Rückens bis zum hintern Theile und endlich sogar auf die Unterseite, bis in die Nachbarschaft des noch immer seine centrale Stellung behauptenden Mundes. Es sind die in der Kreidezeit aussterbenden Galeriten (Fig. 209), bei denen sich dieser Vorgang allmälig vollendete. Bei den noch lebenden Rotula-Arten (Fig. 210) der westafrikanischen Küsten, die zu den Clypeastriden gehören, machen Einschnitte in die sehr flache, fast runde Schale die beginnende Unregelmäßigkeit noch augenfälliger.

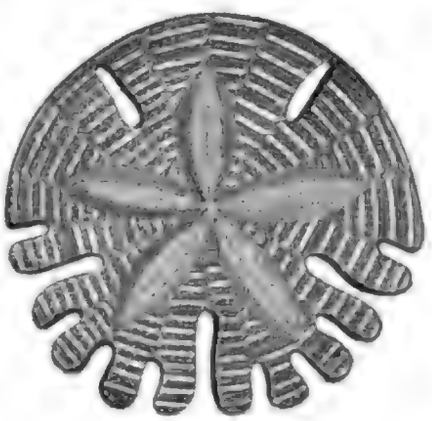


Fig. 210.
Rotula Augusti.

Bald wird diese Gestaltwandlung im äußern Umriß und in der Vertheilung der Wasserfußstrahlen sehr bemerkbar. Die drei Strahlen des Vordertheils (Trivium) rücken näher zusammen, ja entfernen ihre Vereinigungsstelle zuweilen ganz von derjenigen der beiden andern (Bivium);

immer deutlicher tritt der vorderſte Strahl als Mittellinie des Thieres hervor, während die andern vier zuweilen ein regelmäßiges Kreuz miteinander bilden. Der Umriß des Thieres nähert ſich mehr und mehr der Eiform. Endlich beginnt auch der Mund aus der Mitte herauszutreten und ſich auf der Mittellinie der Unterſeite gegen das breitere Vordertheil des Thieres zu ſchieben. So entſtanden die vollkommen zweiſeitig ſymmetriſchen jüngern, unregelmäßigen Seeigel (Irregulares), bei denen man wieder verſchiedene Unterabtheilungen unterſcheidet, ſolche, bei denen die Ambulakralſtrahlen bandförmig über den Körper ziehen und der letztere meiſt eiförmig bleibt (Holaſteriden Fig. 211) und ſolche, bei denen die Ambulakralſtrahlen eine blumenähnliche Figur bilden und der Körper meiſt eine herzförmige Geſtalt angenommen hat, die vom Volke „Schlangenherzen" genannten Herzigel (Spatangiden Fig. 212). Die Letztgenannten, welche

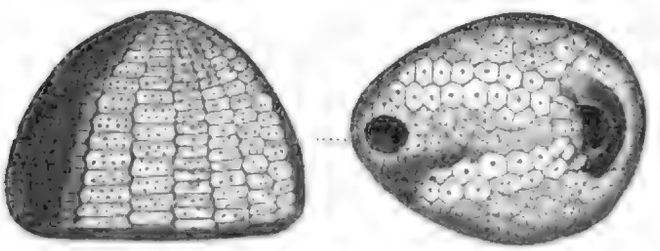


Fig. 211.
Ananchytes ovata. Aus der weißen Kreide.
Von der Seite und von unten.

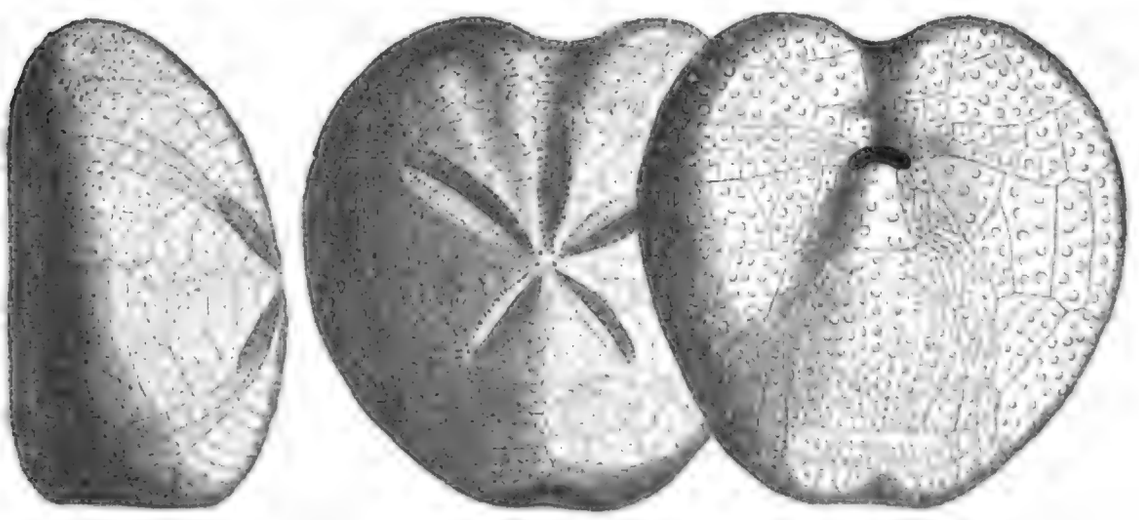


Fig. 212.
Micraster cortestudinarium. Weiße Kreide bei Paris. Von der Seite, von oben und unten.

erſt in den oberſten Schichten der Kreide beginnen, ſtellen die jüngſte Familie der Seeigel dar, und haben bis zur Neuzeit an Artenzahl zugenommen, während Vertreter der älteren regulären und irregulären Familien zwar noch fortleben (namentlich in der Tiefſee), aber keineswegs in der Mannigfaltigkeit und dem Reichthum der frühern Erdperioden.

Die Herzigel ſind die am meiſten von der regulären Urform abweichenden und in dem Maße, gleich den höhern Thieren zu einer zwei-

seitigen Symmetrie vorgeschrittenen Echinodermen, daß bei einzelnen Arten der fünfte (unpaare) Strahl, welcher in die Herzbucht einläuft, mit den ihm zugehörigen Organen mehr oder weniger, und zuweilen bis zum völligen Verschwinden unterdrückt ist. Der Mund ist häufig zweilippig bei ihnen ausgebildet. Natürlich zeigen sie in ihrer embryonalen Entwicklung von allen Seeigeln die einschneidensten Wandlungen. Zuerst gleichen sie, wie Alexander Agassiz beobachtet hat, ebenso wie alle andern Seeigel-Jungen, den regelmäßigen Urahnen mit wenigen, aber großen Stacheln, einfachem Mundapparat, regelmäßiger Streifung und centraler Lage von Mund und After. Dann vermehren und verkleinern sich die Höcker und Stacheln, der Mundapparat ändert sich, Mund und After beginnen ihre Wanderungen und endlich erscheint die blumenblattartige Umbildung der Ambulakralfelder, die Herzform und Zweilippigkeit des Mundes. Ganz zuletzt geht der Herzigel noch durch die eiförmige Form der Holasteriden (Fig. 211) hindurch, die mit ihren gesammten Eigenthümlichkeiten den Jungen der Herzigel gleichen. So ergiebt auch hier die Entwicklungsgeschichte des Individuums die schönste Wiederholung der durch die Versteinerungsfolge nachgewiesenen Entwickelung des Stammes.

Neben dem eben beschriebenen Wege der Umwandlung des im Aeußern strahlig gebauten Thieres ohne Vorder- und Hinterseite in ein zweiseitig symmetrisch gebautes Thier mit Vorder- und Hintertheil, rechter und linker Seite, scheint noch ein anderer Weg von den regelmäßigen Seeigeln zur gestreckten Form zu führen, dadurch nämlich, daß sich die bei den regelmäßigen Seeigeln polarisch gegenüberstehenden Eingangs- und Auswurfsöffnungen des Körpers in der Polachse selbst von einander entfernten. Bei einer Familie der regelmäßigen Seeigel, die man schon seit der Kreidezeit für ausgestorben hielt, den Echinothuriden, blieb der Körper wie bei den ältesten Seeigeln mit beweglichen übergreifenden Platten bedeckt, und damit verblieb der Haut eine viel größere Freiheit der Bewegung, so daß das Thier sich strecken und zusammenziehen und seine Form viel mehr ändern konnte, wie die Angehörigen der andern Seeigelfamilien. Indessen fand man schon bei der Porcupine-Expedition, daß Vertreter dieser Familie noch heute am Meeresgrunde leben, denn man zog einen schönen scharlachrothen Lederseeigel (Calveria hystrix Fig. 213) empor, über dessen Haut beständig eigenthümliche Wellenbewegungen liefen, und bald folgten andere verwandte Gattungen und Arten von Lederseeigeln, von denen Woodward zeigte, daß sie der Kreidezeit-Gattung (Echinothuria floris) nahe verwandt seien. Wie der dieser Art beigelegte Name beweist, wollte man in ihr eine Art Mittelform zwischen Seeigeln und Holothurien erkennen, was indessen nicht recht angehen will, da die Holothurien, wenn auch vielleicht in ihren Anfängen den Seeigeln nahe verwandt, doch eine viel einfachere und ursprünglichere Organisation bewahrt haben, als sie.

Während diese letzteren gleich allen andern lebenden Echinodermen

fünf Paar Geſchlechtsdrüſen beſitzen, die bei beiden Geſchlechtern ſtrahlig am Rücken liegen und dort ihre Ausführungsgänge beſitzen, haben die Seegurken oder Holothurien nur ein einziges Paar Geſchlechtsdrüſen und ſchließen ſich damit unmittelbar den Meeräpfeln an, mit denen ſie zuſammen die Oberklaſſe der Monorchonien bilden (vergl. S. 308). Es könnte dies ja auch ein erſt durch Verkümmerung von vier Paaren entſtandener Zuſtand ſein, wahrſcheinlicher aber erſcheint, daß er urſprünglich iſt,

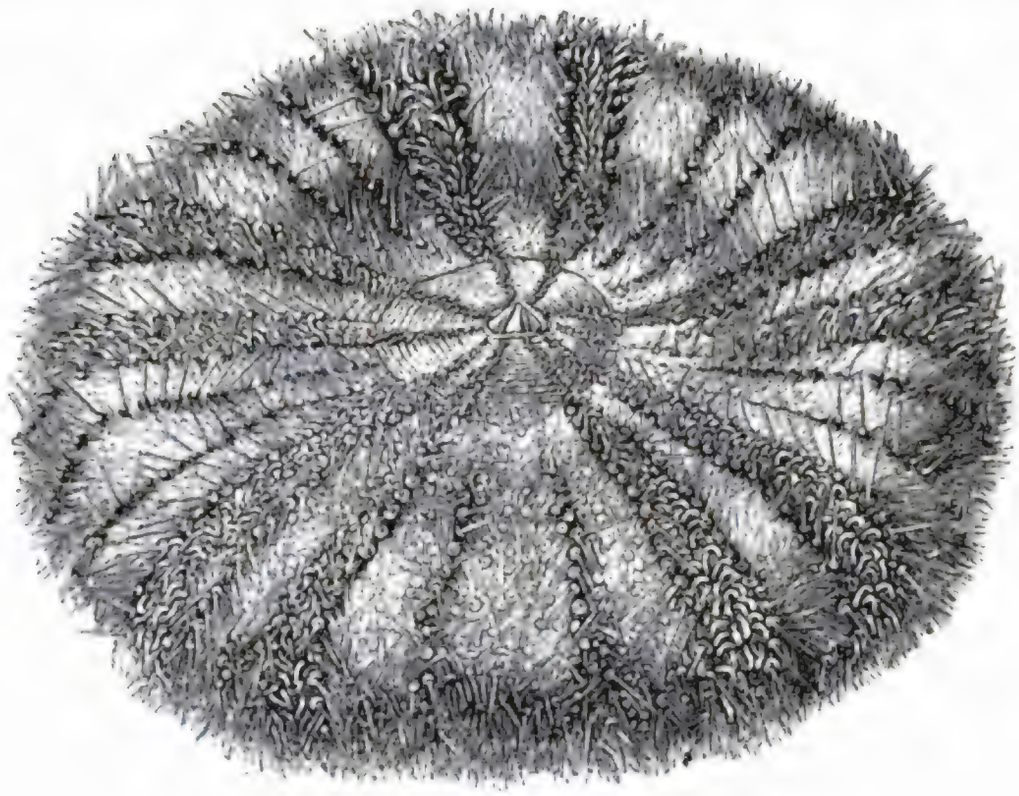


Fig. 213.
Leder-Seeigel, Calveria hystrix $^2/_3$.

und daß die ſonſt mit den Seeigeln vorhandenen Aehnlichkeiten nur auf der Grundverwandtſchaft und parallelen Entwicklung beruhen. Auch durch den Kranz von Mundarmen ſchließen ſie ſich den Wurzelformen des Echinodermenſtammes näher an. Die Holothurien zeigen der Mehrzahl nach walzen- oder wurmförmig verlängerte Geſtalten, denen man zuweilen äußerlich kaum mehr etwas von der Fünftheiligkeit des Körpers anmerkt, die ſie doch wie alle ihre Verwandten auszeichnet. Bei einzelnen derſelben treten noch, wie bei jenen, in fünf Längsreihen die der Fortbewegung dienenden Waſſerfüßchen hervor (Fig. 214), bei andern nur in dreien dieſer fünf Längsſtreifen, die dann einander genähert zur regelmäßigen Kriechfläche oder Sohle der Holothurie geworden ſind. Sie würden dem Trivium der Seeigel entſprechen, während das Bivium der Ambulakralfelder, auf denen die Saugfüßchen meiſt verloren gegangen ſind, den Rücken einnimmt.

Die Sieb- oder Madreporenplatte ist ihnen mit der übrigen Bepanzerung geschwunden. Denn augenscheinlich stammen die Holothurien von Thieren ab, deren Haut, wie in allen andern Echinodermenklassen Kalkplatten abgelagert hatte, die wie ein Gehäuse oder eine Kapsel den Körper umschlossen. Die Ascocystiden unter den Meeräpfeln besaßen solche langgestreckten Formen mit weniger starrem Gehäuse, wie ihre manchmal etwas spiralig gewundenen fünf Längskanten beweisen und vielleicht haben wir unter ihnen die Ahnen der Holothurien zu suchen. Noch in den heute lebenden Psolus-Arten (Fig. 215), die zum Theil zu den Tiefseeformen gehören, finden wir den Ascocystiden ähnliche gedrungene Holothurien, deren Haut mit großen, sich oft dachziegelförmig überlagernden Kalkplatten verstärkt ist, welche auf der flachen Bauchseite dünner und weicher als auf der übrigen Körperfläche sind. Ihre zehn Mundfühler liegen unter den in der Abbildung geschlossenen Mundklappen.

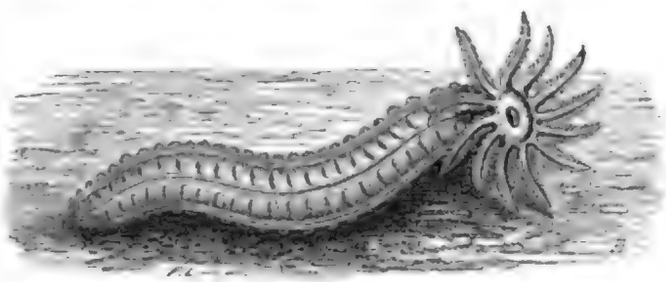


Fig. 214
Pentacta elegans.

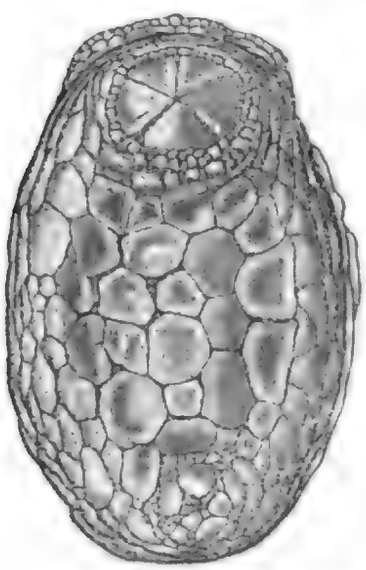


Fig. 215.
Psolus ephippifer. (Nach dem Challenger Report.) Oben die Mund-, unten die Afterklappen.

Offenbar muß aber jenes ehemalige Gehäuse bei den meisten Angehörigen dieser Gruppe früh zurückgegangen sein, denn man findet, daß, wenn man nicht die Ascocystiden hierher ziehen will, wenig oder gar keine fossilen Formen mit hartem Gehäuse vorhanden sind. Von diesem ehemaligen Ahnen-Panzer sind vielmehr nur noch unzusammenhängende, oft sehr zierlich gebildete Reste, Kalkkörperchen in Gestalt von Gittern, Rädchen und bei der Berührung wie Kletten wirkenden Ankern (Fig. 216) der Oberhaut, bei den meisten lebenden Holothurien übrig. Man hat Spuren solcher Körperchen bis in die tertiären und sekundären Schichten verfolgen können, aber nicht weiter zurück, was die frühere Ansicht unterstützte, daß die Holothurien aus den Seeigeln durch Zurückbildung und Trennung der Kalkplatten entstanden seien. Ihre Blutsverwandtschaft mit den übrigen Sternthieren bethätigt sich unter andern noch durch die Erregbarkeit ihres Nervensystems, welche veranlaßt, daß die Holothurie bei harter Berührung in Stücke zerbricht, wie der obenerwähnte

Seeſtern, oder die Eingeweide ausſpeit. Sehr eigenthümliche Beobachtungen hinſichtlich ihrer Brutpflege hat man bei einigen durch die Tiefſeeforſchungen der Neuzeit an die Oberwelt gebrachten Arten gemacht. In der Nähe der Falklandsinſeln fand man nämlich in fünf bis zehn Faden Tiefe nicht ſelten eine ſehr ſchöne durchſichtige, ſafrangelbe Art (Cladodactyla crocea

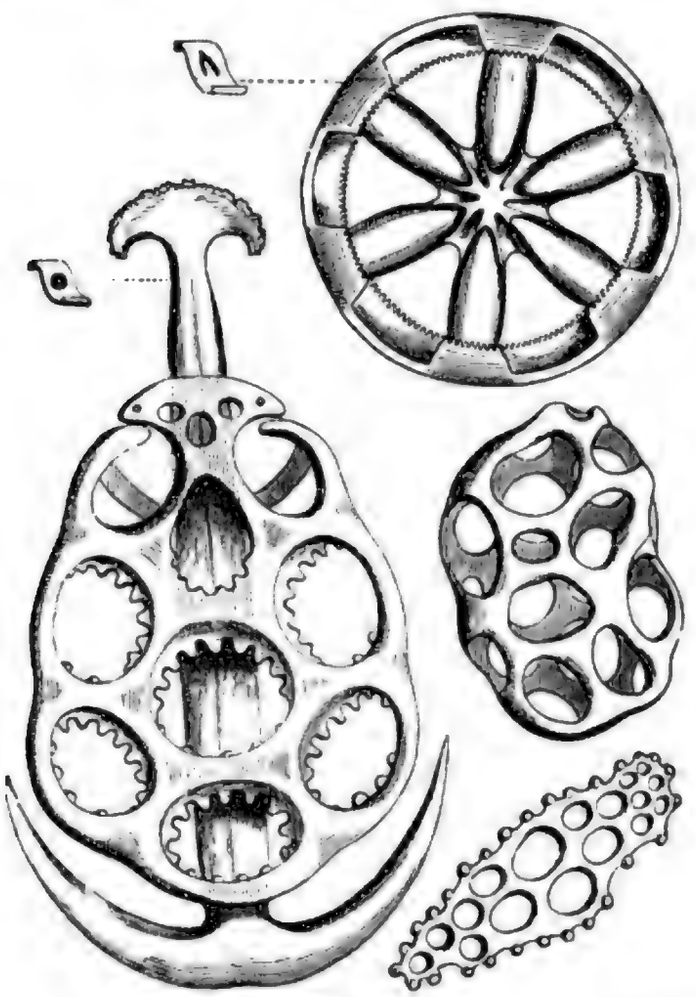


Fig. 216.
Kalkanker aus der Haut von Synapta Rappardi, Rädchen von Chirodota und Platten von Holothuria Vergrößert.

Fig. 217), deren Weibchen eine ziemliche Anzahl von Jungen auf ihrem Rücken trugen. Von den fünf Reihen der durch das allen Sternthieren gemeinſame Waſſerſyſtem gefüllten Schwellfüßchen ſtehen nämlich die drei, mittelſt welcher das Thier auf dem Seetang umherkriecht, nahe bei einander, ebenſo ſind die beiden Schwellfüßchen-Reihen des Rückens einander genähert, und bilden bei den Weibchen die Einzäunung der Kinderſtube, in welcher die den Eltern täuſchend ähnlichen Jungen umhergetragen und mit Nahrung verſehen werden, bis ſie für ſich ſelber ſorgen können. Sie halten ſich mit den Bauchfüßchen feſt, während die Rückenfüßchen bei ihnen kaum an-

deutungsweise entwickelt sind. Noch merkwürdiger ist die Einrichtung, die man bei der oben abgebildeten Tiefsee-Holothurie (Psolus ephippifer Fig. 215), antraf, indem jener Rückenstreifen mit dachförmig zusammenstoßenden Kalkplatten bedeckt ist, so daß ein bedeckter Gang entsteht, in welchen die Eier der jungen Thiere direkt aus der Geschlechtsöffnung hineingelangen und ausgebrütet werden, so daß ein ähnliches Verhältniß wie bei den Beutelthieren entsteht. Aehnliche Vorrichtungen für die Brutpflege hat man bei gewissen Seeigeln angetroffen, so z. B. ein durch zusammengeneigte Stacheln an der Mundöffnung gebildetes Zelt bei Cidaris nutrix und entsprechende Fürsorge kommt auch bei einigen Seesternen vor.

Bei solchen Holothurien, deren Junge nicht als Larven ins weite Meer hinaus müssen,

Fig. 217.
Cladodactyla crocea Lesson
mit ihren Jungen auf dem Rücken.

ist die Entwicklung oft eine abgekürzte; die anderen aber haben eine ganz ebenso weitläufige und in ihren Einzelheiten analoge Entwicklung durchzumachen, wie andre Stachelhäuter auch. Als Beweis einer gemeinsamen Abstammung aller Echinodermen läßt sich der Umstand anführen, daß sie sämmtlich mit einer Phase beginnen, in der man den jungen Seestern nicht von einer angehenden Haarlilie, noch von einem Seeigel oder einer Holothurie unterscheiden kann, während sie doch später so höchst verschiedenartige Gestalten gewinnen. Nun bleibt es sehr merkwürdig, daß in der

Entwicklung faſt aller Echinodermen ein Stadium auftritt, in welchem das mit allerlei äußern Anhängſeln beladene Thier in ſeinem ſich wandelnden Centraltheil mit den Meeräpfeln eine unverkennbare Aehnlichkeit zeigt. Auch den Holothurien fehlt ein ſolches Erinnerungsbild in ihrer perſönlichen Entwicklung nicht.

Wie man aber auch dieſe Verhältniſſe auffaſſen möge, ob man die eine oder andere Familie an den Anfang der Reihe ſtelle, immer wird man finden, daß die Natur hier ſozuſagen im Kreiſe herumgegangen iſt, ohne es zu beſonders fortgeſchrittenen Bildungen zu bringen. Von einem ſymmetriſchen Wurm ausgehend, kehrt ſie bei Seeigeln und Holothurien wieder zur Bildung eines ſolchen zurück; der in den Haarlilien feſtgewachſene Armſtern wird endlich von Neuem frei, lauter Beweiſe, daß es ſich hier um Formenumbildungen handelt, die man nicht zu den erfolgreichſten Entwicklungswegen rechnen kann. Die fünf Theilſtücke hielten einander zu ſehr das Gleichgewicht; es fehlte mit dem Feſtwachſen und dem anfänglichen Mangel von vorn und hinten ein energiſches Vorwärtsſtreben, in Folge deſſen die Entwicklung eines Kopfes als leitenden Organs, weshalb ſie trotz ihrer Formenmannigfaltigkeit es nicht über eine niedere Organiſationsſtufe hinaus bringen konnten. Aber gerade dadurch können die Stachelhäuter dereinſt, wenn man erſt alle Uebergangsformen, welche die Erdſchichten bewahrt haben, kennen wird, zu einem der wichtigſten Zeugniſſe für die Planloſigkeit und Gebundenheit der Formwandlungen werden.

X.

Die ersten Hausbesitzer.

(Weichthiere.)

Schalthiere, deren die spielende Natur so große Mannigfaltigkeit hervorgebracht. Welche Verschiedenheit der Farben und Gestalten! Plinius IX. 33.

Die ungemein formenreiche Klasse der Weichthiere oder Mollusken, welche die Schnecken, Muscheln und Kraken umfaßt, hat ihren Namen von den letzteren, den Spitzen ihrer Gesellschaft empfangen, und zwar weil dem Aristoteles die relative Skelettlosigkeit der Tintenfische, gegenüber dem Grätenreichthum der eigentlichen Fische, mit Recht als ein Grundunterschied erschien. Man theilt sie zunächst ein in kopflose Weichthiere (Acephalen), d. h. Thiere ohne gesonderten Kopf, zu denen die Blattkiemer oder Muscheln (Lamellibranchier) gehören, und in Kopfthiere mit gesondertem Kopf (Cephalophoren), unter denen man Bauchfüßer (Gastropoden) oder Schnecken, Flossenfüßer (Pteropoden) und Kopffüßler (Cephalopoden) unterscheidet. Trotz der zahlreichen, bis in die ältesten fossilienführenden Schichten zurückreichenden Spuren ihres Daseins war es nicht leicht, ihre Geschichte mit Sicherheit zu enträthseln und den Anknüpfungspunkt ihrer Gemeinschaft an die niedersten Lebewesen mit Bestimmtheit nachzuweisen, denn jene Schalenreste lehren uns über die Organisation der ältesten Weichthiere wenig. Wie natürlich, nahm man die in ihrem Körperbau am tiefsten stehenden Weichthiere, die Muscheln, für die Patriarchen der Gruppe, und da dieselben eine äußerliche Aehnlichkeit mit den ebenfalls zweischaligen Brachiopoden (S. 292) darbieten, so glaubte man durch sie eine unmittelbare Verknüpfung mit dem Wurmstamme gefunden zu haben. Eine gewisse Aehnlichkeit der Larvenformen schien diese Ansicht noch weiter zu unterstützen. Allein neuere Untersuchungen haben dargethan, daß diese Aehnlichkeiten nur äußerliche, durch eine übereinstimmende, eingeschlossene Lebensweise erzeugte Analogieen sind, aber keine durch Blutsverwandtschaft bedingte Homologieen, daß man also

hier einer trügerischen Aehnlichkeit gefolgt war, und daß die Uebereinstimmung der beiderseitigen Jugendformen wahrscheinlich nur den gemeinschaftlichen Ursprung von Wurmthieren illustrirt.

Die Beobachtung der Entwicklungsgeschichte ist auch hier der Ariadnefaden in diesem Formenlabyrinth geworden, und hat es höchst wahrscheinlich gemacht, daß nicht die Muscheln, sondern gewisse sehr tief in der Stufenfolge stehende Schnecken, die den ältesten Weichthieren in der heutigen Lebewelt ähnlichsten Vertreter sein dürften, wie sie andrerseits die meiste Uebereinstimmung mit der Organisation der gemeinsamen Mutterform der Würmer zeigen. Auf den abwechselnd von der Fluth benetzten und freigelegten Steinen und Felsen der meisten Meeresufer findet man sehr häufig kleine Schalthiere, die vom Rücken her fast das Ansehen einer Kellerassel darbieten und sich auch wie diese zusammenkugeln können, da ihre Schale nicht, wie sonst, aus einem oder zwei Stücken besteht, sondern aus acht getrennten Querplatten (Fig. 218), die der Reihe nach von vorn nach hinten dachziegelförmig übereinandergreifen. Unter der Schale sehen wir rings die Rückenfläche, den Mantel hervortreten, welcher diese Schale abgesondert hat, und wenn wir das Thier von der Steinfläche (was nicht ohne Mühe geschieht) losreißen, so sehen wir unten den flach ausgebreiteten „Fuß" d. h. die muskulöse Bauchfläche des Thieres, durch dessen wellige Bewegungen die Schnecken sich fortbewegen, und deshalb Bauchfüßler (Gastropoden) genannt werden. Der letztere Namen ist insofern gerechtfertigt, als manche dieser recht eigentlich auf ihrem Bauche gehenden Thiere, abwechselnd die linke und rechte Hälfte ihrer Sohle vorschieben und somit förmlich einherschreiten. Untersuchen wir unsere Käferschnecken weiter, so finden wir, daß sie nicht einmal den bekannten Schneckenkopf mit Fühlern und Augen besitzen, sich in dieser Beziehung also den kopflosen Weichthieren (Muscheln) nähern, dagegen wiederum in dem am vordern Körperende befindlichen, und nach unten gerichteten Mund die für die Schnecken so sehr charakteristische, mit zierlichen Reibezähnchen besetzte Zunge (Radula) aufweisen, so daß sie in jeder Beziehung einer synthetischen Grundform der Familie entsprechen, und unmöglich von ihr getrennt werden können. Die Auswurfsöffnung liegt, was bei Weichthieren sehr selten der Fall ist,

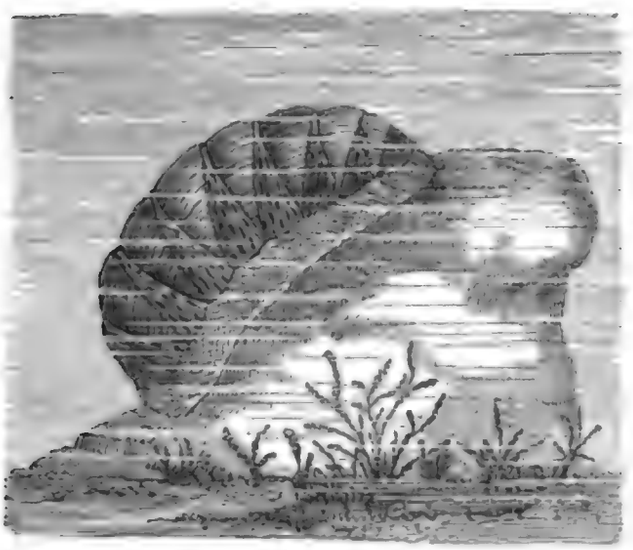


Fig. 218.
Käferschnecke (Chiton).

am andern Ende des Körpers, kurz wir könnten glauben, einen niedern Ringelwurm vor uns zu ſehen, deſſen Segmente ſich mit harten Rückenſchildern bedeckt hätten. Auf beiden Seiten des Hinterendes liegen in der Mantelfalte zwiſchen Fuß und Mantel eine Reihe von Kiemenblättern, was wieder an das Verhalten bei den Muſcheln erinnert.

Da mit dem Kopfe der natürliche Sammelplatz der Sinnesorgane fehlt, ſo ſind dieſelben über die geſammte Körperoberfläche zerſtreut, ein Zuſtand der das urſprüngliche Verhältniß bei niedern Thieren darſtellt. Selbſt der ganze Rücken dieſer Thiere iſt mit empfindenden Organen überſäet, die durch ein Netzwerk von Poren in den bedeckenden Schalen nach außen treten. Es ſind dies namentlich Organe eines allgemeinen Taſt- und Wärmeſinns, die bei der gewöhnlichen Käferſchnecke (Chiton) allein vorkommen, aber bei andern Gattungen von Käferſchnecken hat man in neuerer Zeit zwiſchen dieſen Organen auch zahlloſe, die Schale durchbrechende Augen aufgefunden. Es ſcheint, daß dieſe Augen und Gefühlsorgane wie bei den Muſcheln zuerſt am Mantelſaum, von welchem auch das Wachsthum der Schale ausgeht, auftauchen; bei den Muſcheln bleiben die Augen auf dieſen Saum beſchränkt, weil ſie durch die dicke Schale nichts zu ſehen vermöchten. Bei den Käferſchnecken entſtehen ebenfalls am Mantelſaume immer neue Sinnesorgane, aber auch die älteren, ſtatt von der weiterwachſenden Schale bedeckt und in's Dunkle gedrängt zu werden, bleiben in Thätigkeit, indem die Schale gleichſam nur wie ein ſchützendes Netzwerk um ſie herumwächſt und Tauſende von Oeffnungen läßt, durch die ſie mit der Außenwelt in Verkehr bleiben. Doch werden die älteren, mehr auf der Mitte der Schalenſtückchen hervortretenden Organe nach und nach abgenutzt und von außenher beſchädigt, ſo daß namentlich die jüngern, dem Rande und Mantelſaume näheren Organe in Thätigkeit bleiben. Wir werden auf dieſes höchſt primitive Verhältniß, welches auch Licht auf die Entſtehung der facettirten Augen bei den Gliederthieren wirft, bei den Augen der Muſcheln zurückkommen.

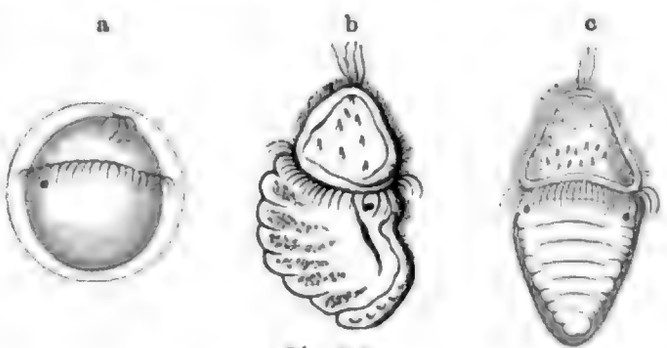


Fig. 219.
Vergrößerte Larven der Käferſchnecke.

Die von dem ſchwediſchen Naturforſcher Lovén verfolgte Entwicklungsgeſchichte von **Chiton marginatus** erinnert ihrerſeits in auffälliger Weiſe an diejenige der Borſtenwürmer. Der Embryo der Käferſchnecke erſcheint zuerſt als ein kugliger Körper (Fig. 219a), deſſen vordere kleinere Hälfte durch einen Wimperkranz, unter welchem zwei proviſoriſche Augen erſcheinen, von der hintern abgegrenzt iſt, während auf dem Scheitel ein Schopf

kleiner Wimpern vorhanden iſt, der in gleicher Weiſe bei den Larven der verſchiedenſten Mollusken (Muſcheln, Heteropoden, Pteropoden, Dentalium, dem Vertreter der kleinen Acephalengruppe der Scaphopoden u. ſ. w.), ſowie der meiſten Würmer einen ſtarken Anhalt für die Annahme gemeinſamen Urſprungs abgiebt. Auf den weitern Stufen (b und c) erſcheinen acht ſtark an Wurm-Metameren erinnernde Wülſte, auf denen ſich ſpäter die Rückenſchilder abſondern, während der Kopftheil ſich ganz mit Wimpern bedeckt, die ſchließlich mitſammt den Augen verſchwinden. Nahe verwandt mit den Plattenträgern oder Placophoren, zu denen die Käferſchnecken zählen, ſind die ſchalenloſen Rinnenbäucher (Solenogastres), von denen man drei in unſern nördlichen Meeren vorkommende Gattungen kennt, das Halbmondthier (Neomenia), Vorhalbmondthier Proneomenia) und den Borſtenhäuter (Chaetoderma), Thiere, die früher zu den Würmern gerechnet wurden. Sie beſitzen ſtatt des Fußes der Schnecken am Bauche eine Längsrinne, und Kiemen, die in eine hintere Höhle zurückgezogen werden können. Ihr Nervenſyſtem, mit einem Schlundringe und vier davon ausgehenden, die Länge des Körpers durchlaufenden Nervenſträngen, von denen zwei am Bauche und zwei am Rücken verlaufen, iſt dem der Plattenträger ähnlich, mit denen man die Rinnenbäucher daher zur Gruppe der Wurm-Mollusken oder Amphineuren vereinigt hat. Jene ſchalenloſen wurmähnlichen Schnecken ſtehen unter den bekannten Mollusken niedern Würmern am nächſten, man wird in ihrer Verwandtſchaft die Urweichthiere (Promollusca) zu ſuchen haben. Die Plattenbildung der etwas über ihnen ſtehenden Käferſchnecken darf demnach wohl nur auf die igelartige Einrollung, nicht auf eine ſchon begonnene Segmentirung der Stammwürmer bezogen werden. Nach Fol entſpricht die junge Larve der Schnecken anfangs nur dem Kopftheil eines nicht ſegmentirten Wurmes, wie wir ihn andrerſeits bei Krebslarven der Entwicklung des ſegmentirten Körpers vorhergehen ſehen werden. Dann treten auf der Stirnſeite von Molluskenlarven der verſchiedenſten Art ſehr bald zwei flimmernde Lappen hervor und bilden das Segel (velum), nach welchem dieſes Larvenſtadium Segellarve (Veliger) genannt wird und welches die ſchwimmende und drehende Bewegung derſelben erzeugt; den Rücken deckt ſehr bald eine kleine napfförmige Schale, die ſomit zu den älteſten

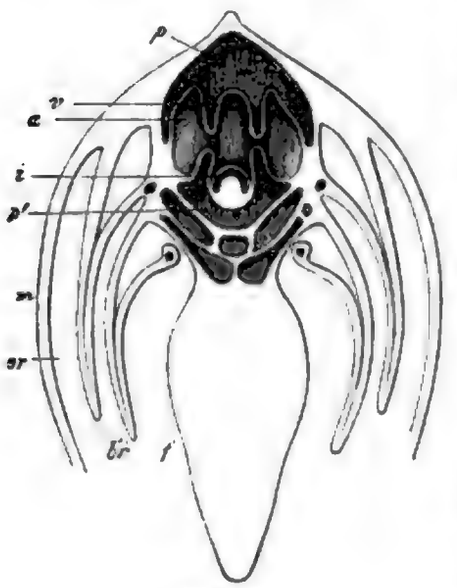


Fig 220.
Senkrechter Querſchnitt einer Teichmuſchel ohne Schale.
m Mantel, br äußeres, br' inneres Kiemenblatt, f Fuß, v Herzkammer, a Vorhof, p p' Herzbeutelhöhle, i Darmkanal.
Nach Gegenbaur.

Erwerbungen der Klasse gehört und schon bei unterkambrischen Arten auftritt, wie sie auch in der Entwicklung der ihrer Schale verlustig gegangenen Nacktschnecken nicht fehlt. Den Urschnecken muß man die Muscheln als in mancher Beziehung zurückgebildete Thiere, die eigentlichen Schnecken, Flossenfüßer und höheren Weichthiere als viel höher entwickelte Formen gegenüberstellen. Wenden wir uns nunmehr zuerst zu den Muscheln oder Blattkiemern.

Man kann sich die Muscheln vorstellen als Wurmthiere, die sich so tief in eine das ganze Thier bedeckende Schale zurückgezogen haben, daß sich das in der Käferschnecke noch ausgestreckte Thier zusammenkrümmen mußte, bis Ein- und Ausgangsöffnung neben einander zu liegen kamen. Bei diesem gänzlichen Versinken in eine Schale verschwand der schon bei den Käferschnecken sehr unbedeutende Kopf völlig. Das einzige nach außen wirksame Organ bleibt der hier noch stärker ausgebildete Fuß (s. Fig. 220f), der in der Regel auch ein besonderes kleines Gehirn und Gehörwerkzeuge erhielt. Zu beiden Seiten hüllen ihn und die Eingeweide die doppelten blattartigen Kiemen ein, und diese werden von den Mantelhälften umschlossen, welche die nach der Bauchseite weiterwachsenden beiden Schalen absondern und mit ihnen die beiden Seiten des Thieres beschilden. Ein inneres Skelett, weil zur Stützung der Weichtheile überflüssig, fehlt, und nur bei den höchsten Weichthieren, den Kraken, haben sich nach Abwerfung der äußern Schale Analoga des Wirbelthierskeletts, d. h. Muskeln stützende und höhere Organe schützende Knorpel hervorgebildet. Die niedrigst stehenden Muscheln, zu denen zum Beispiel unsere hochgeschätzte Auster gehört, leben vielfach gleich den Spiralkiemern festgewachsen in der Meerestiefe. Die andern bewegen sich (mit Ausnahme der Kammmuscheln [Pecten], die, ihre Schalen als Flügel gebrauchend, schmetterlingsgleich dahinflattern) träge, und erst in den höhern Abtheilungen des Molluskenreichs unter den Schnecken und Kopffüßlern begegnen wir wieder lebhafteren Aeußerungen der Daseinslust, während die Larven aller Muscheln munter umherschwimmen. (Fig. 221.)

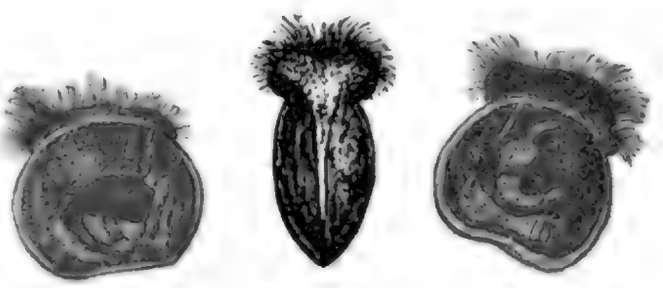


Fig. 221.
Junge, durch Wimperbewegung schwimmende Austern.

Es muß tief langweilig gewesen sein, in jener Vorwelt der Schwämme, Korallen, Spiralkiemer und Muscheln, in welcher das frei sich regende Leben größtentheils ein mikroskopisches war, und es ist erstaunlich, daß es die Muscheln bei ihrem beschaulichen Innenleben, bei einer so spießbürgerlichen Zurückgezogenheit zu jenem Formenreichthum bringen konnten, an dem die Curiositätenliebhaber noch immer ihre lebhafte Freude haben.

Freilich muß man die Sicherheit ihres Daseins in Betracht ziehen, die ihre Zahl und damit ihre Variation zu allen Zeiten sehr begünstigte, dann aber auch, daß die äußere Architektur der Schale der hauptsächlichste Spiegel der Einwirkungen ungeheurer Zeiträume blieb. Eine höhere Ausbildung der Weichthiere selbst wurde nur dadurch möglich, daß sich einige Familienglieder, wie die Medusen unter den Pflanzenthieren, früh entschlossen, ihr Gefängniß zu verlassen, oder dasselbe auf den Buckel zu nehmen, und ein frisches, fröhliches Wanderleben begannen.

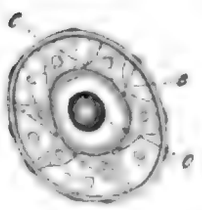


Fig. 222.
Gehörorgan einer Kugelmuschel (Cyclas).
c Gehörkapsel, e Epithelzellen, o Gehörstein (Otolith). Nach Leydig.

Die Muscheln stehen in seelischer Beziehung auf einer ziemlich tiefen Entwicklungsstufe. Während sich die Ernährungs-Organe auf verhältnißmäßig hoher Stufe halten, ein doppelkammeriges Herz bereits das Blut in die Kiemenblätter treibt, müssen die Aermsten eines Kopfes völlig entbehren. Bei ihrer zurückgezogenen Lebensweise können sie denselben allerdings missen, und reichen mit zwei Nervenknötchen am Schlundnervenringe und einem dritten innerhalb der Eingeweide vollkommen aus. Diese Vertheilung der Nerven-Centra, welche sich sehr wesentlich von der bei den höheren Würmern und Insekten vorkommenden Anordnung in „Reih und Glied" unterscheidet, kehrt bei den meisten Weichthieren in ähnlicher Weise wieder. Nahe bei dem obern Schlundknoten, der wohl einstweilen die Geschäfte des Hauptgehirns führt, oder auch im Fuße, liegen in der Regel die Kalksteinchen enthaltenden Bläschen, welche man als Hörorgane (?) der einfachsten Art anspricht (Fig. 222), während zahlreiche, nicht weniger einfach gebildete Augen rings am Mantelsaume vertheilt sind, allwo sie allerdings allein entstehen und auslugen konnten. Wir finden, beiläufig bemerkt, in der heutigen Lebewelt Muscheln, welche den hundertäugigen Argus tief beschämt hätten, da sie an jeder ihrer beiden Mantelhälften nahezu soviel Augen sitzen haben, wie er im Ganzen. Das ist übrigens noch sehr wenig im Vergleich zu der Augenzahl, die man bei einzelnen Käferschnecken gezählt hat, wo sie die Schalen durchbrechen und die ganze Rückenfläche bedecken (vergl. S. 339). Bei Corephium aculeatum trägt die vorderste Körperplatte nach Moseley allein dreitausend Augen, alle acht Schilder zusammen ca. 11,500 Augen, von denen jedes in einer kleinen birnförmigen Höhlung der Schale liegt, und hinter der Regenbogenhaut und schwarzumringten Hornhaut eine eiförmige Krystalllinse, Netzhaut und Sehnerv besitzt. Diese Augen, welche gewöhnlich von einem Kranze von Fühlfäden umgeben sind, haben einen so geringen Durchmesser, daß man sie bis in die jüngste Zeit ganz übersehen hat, bis sie Moseley bei Schizochiton incisus, wo sie etwas größer und dafür in geringerer Zahl (360 Stück) vorhanden sind, entdeckte. Da einzelne Chitoniden der Augen ganz ermangeln, dagegen die sie umgebenden Fühlfäden besitzen, so nimmt man

an, daß die Augen wie bei den Schnecken Umbildungen der Tastorgane sind. Die Sinnesorgane, welche wir gewöhnlich gar nicht anders als am Kopfe vereinigt denken können, sind bei Käferschnecken und Muscheln also, da ein solcher Sammelplatz ihnen mangelt, über den ganzen Körper zerstreut, und wir sehen durch die auf dem Rücken und Mantelsaum wie ein Perlbesatz gestickten Augen, besonders schön den Satz bestätigt, daß die Sinnesorgane überall auf der Oberhaut und aus Oberhauttheilen entstehen mußten.

Man unterscheidet bei den Muscheln einfacher organisirte, ungleichschalige Formen (Pleuroconchae), die sich durch den Besitz nur eines

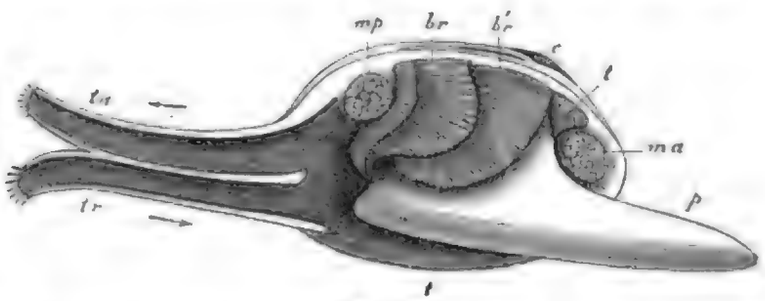


Fig. 223.
Seitenansicht einer Trogmuschel nach Entfernung des rechten Mantelblatts.
br br' Kiemenblätter, t Tentakeln, ta tr' Siphonen, ma mp Schließmuskeln, p Fuß, c Schalenschloß.
Nach Gegenbaur.

Schließmuskels und den Mangel nach außen führender Athmungs- und Ausscheidungsröhren kennzeichnen, und solche, welche diese Röhren (Siphonen) und dazu zwei Schließmuskeln nebst gleichen Schalen besitzen (Orthoconchae). (Fig. 223.) Es entspricht dabei vollkommen dem Gesetz von der allmäligen Fortbildung aller Naturwesen, daß die ersteren, niedriger stehenden Muschelthiere in der Vorwelt viel mehr Vertreter zählten, als heutzutage, wo ihre Arten nur noch etwa zehn Prozent der Gesammtzahl ausmachen. Während die drei großen Gruppen der Ungleichschaligen, Gleichschaligen und Muscheln mit ausgeschnittenem Mantel, schon seit den ältesten Zeiten vorhanden waren, kamen erst im obern Lias die durch weitreichende Verwachsung der Mantelränder wie in einen weiten Sack eingeschlossenen Bohr- und Röhrenmuscheln (Inclusa) hinzu und erreichten erst in der Tertiärzeit eine größere Verbreitung. Ihre Entwicklungsgeschichte zeigt, daß sie trotz ihrer so sehr abweichenden Gestalt von gewöhnlichen gleichschaligen Muscheln abstammen. Die Jungen der hierhergehörigen Pfahlwürmer (Teredo) gleichen in ihrem ersten Larvenstadium den Orthoconchen, dann später den Muscheln mit eingebuchteter Schale, wie der Venusmuschel, und erhalten erst im höheren Alter den geschlossenen Röhrenmantel, aus welchem sie wie aus einem zu kurzen Futteral hervorragen. Aus der übrigen Muschelgeschichte sei nur noch erwähnt, daß Süßwassermuscheln in den ältern Schichten bis zur Trias vollständig fehlen. Dann

treten einige Flußmuscheln (Unioniden), im oberen Jura etliche Cycladiden auf; in größerer Anzahl aber erschienen echte Süßwassermuscheln erst im Beginn der Kreidezeit, um seitdem bis zur Jetztzeit an Mannigfaltigkeit zuzunehmen. Bei den Schnecken werden wir Aehnliches zu bemerken haben.

Auf die einzelnen Gruppen und Arten der Muscheln, die als Leitmuscheln (S. 68) eine wichtige Rolle für die Bestimmung des Alters der Schichten spielen, näher einzugehen, ist leider nicht möglich in einem Werke, welches eine kurze Uebersicht des gesammten Reiches bieten will, wir wollen daher hier nur auf eine einzelne Gruppe mit einigen Worten näher eingehen, weil sie die verschiedenartigste Beurtheilung erfahren hat und ihre Beziehungen zu den andern Muscheln erst in neuerer Zeit aufgehellt worden sind. Wir meinen die sogenannten Rudisten, deren Angehörige, namentlich die Arten der Ziegenmuschel (Caprina Fig. 224) und Pferdemuschel (Hippurites) anscheinend plötzlich in der Kreidezeit auftraten, durch ihre massigen Schalen große Kalkbänke (Hippuritenkalk) erfüllten, ebenso plötzlich wieder verschwanden und seit der Tertiärzeit völlig ausgestorben schienen. Sie zeichnen sich durch sehr dicke, ungleiche, oft eigenthümlich horn- oder schneckenartig gewundene Schalen mit gitterförmiger Struktur, von denen die eine oft festgewachsen war, und besonders dadurch vor allen andern Muscheln aus, daß das Schloßband innen belegen ist und nebst seinen großen Buckeln den innern Raum der Schale sehr verengt. Viele Zoologen wollten daher gar nicht zugeben, daß diese massigen ungleichen Schalen von echten Muscheln bewohnt worden seien, und stellten sie zu den Brachiopoden. Carpenter und Scharpe hielten sie für Krebsthiere (Balaniden), während Leopold von Buch sie zu den Korallen und Steenstrup zu den Anneliden stellen wollten. Nachdem aber Quenstedt bemerkt hatte, daß sie einerseits mit dem Geschlechte Diceras der Jurazeit und einer noch lebenden kleinen Gruppe (den Chamiden) nähere Beziehungen darbieten, erkannte man sie als eine besondere Muschelfamilie an, deren Stammbaum sich bis zum Devon zurückverfolgen ließ, in welchem ein Megalodus genanntes Geschlecht diese Sonderbildung zuerst aufweist, die sich an seinen Nachkommen im Steinkohlenalter, der Trias- und Jurazeit weiter verfolgen läßt, dann in den Rudisten der Kreide einen großen Aufschwung nahm und heute bis auf spärliche Ueberreste erloschen ist.

Fig. 224.
Caprina adversa. Kreideformation.

Unter den Schnecken, die, wie bekannt, nur eine Rückenschale mit spiralförmigem Wachsthum aus ihrem Mantel ausschwitzen, giebt es noch heute eine untergeordnete Sippschaft von Thieren, die sich ganz nahe an

die kopflosen Muschelthiere anschließen, aber doch bereits einen „Versuchskopf" mit Augen, Gehörorganen und Fühlern aufgesetzt haben, die Stummelkopf-Schnecken oder Flossenfüßler. Der Kopf ist allerdings nicht besonders auffallend von dem übrigen Körper abgesetzt, aber er scheint sich für einen Versuchskopf recht gut bewährt zu haben. Unter diesen Stummelköpfen begegnet man vielen nackten Thieren, die aber zum Zeichen, daß sie von Schalenträgern abstammen, wenigstens in ihrer Jugend noch Schalen aufweisen. Von diesen Thieren, bei denen der sogenannte Fuß öfter die Gestalt zweier Flossen oder Flügel zu beiden Seiten des nicht für voll geltenden Kopfes angenommen hat, mit denen sie schmetterlingsartig im Wasser umherflattern, daher auch Flügelfüßler (Pteropoda) genannt, (Fig. 225), stammen wahrscheinlich zwei verschiedene Linien des Weichthier-Volkes ab, die wir, wie sie selbst, bereits im silurischen Meere in ziemlicher Entwicklung antreffen, und später neben einander fortschreiten sehen werden, die Bauchfüßler und die Kopffüßler. Jedenfalls nehmen sie eine Mittelstellung zwischen den drei Hauptgruppen des Weichthierreiches ein, und da einige derselben in ihren Jugendzuständen ebenfalls lebhaft an Wurmlarven erinnern, könnte man glauben, daß sie der gemeinsamen Stammform der Weichthiere ebenso nahe gestanden haben, wie die Käferschnecken. Sehr wichtig ist dabei für das Verständniß der Genealogie des Weichthierstammes die hervortretende Annäherung an die Kopffüßler. Denn während viele Angehörige jener am Kopfe noch beschränkten Weichthiere sich in ihrem allgemeinen Bau unmittelbar den Schnecken anschließen, zeigen andere, wie die noch heute lebenden Hautkiemen (Pneumodermon) schon äußerlich durch ein Paar der für die Kraken so charakteristischen Fangarme mit Saugnäpfchen ihre Zusammengehörigkeit mit diesen an (Fig. 226).

Fig. 225.
Hyalea limbata.

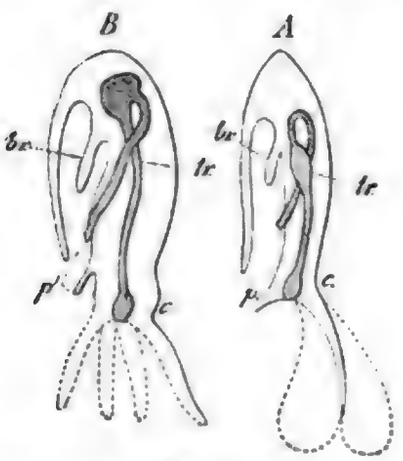


Fig. 226.
Schematische Vergleichung von Pteropoden (A) und Cephalopoden (B).
c Kopf, p Fuß, tr Darmkanal, br Kiemen, p' Trichter. Nach Gegenbaur.

In dem ungeheuren Reiche der eigentlichen Schnecken, welche die Muscheln um eines ausgebildeten Kopfes Länge überragen, begegnen wir im silurischen Urmeere noch nicht jener Unerschöpflichkeit im Ausführen immer neuer architektonischer Pläne, welche in unsern Tagen ausreicht, die Begierde unersättlicher Sammler in langer Spannung zu erhalten. Bei dem Worte Schnecke denkt man zunächst an das gewundene Haus, und es mögen daher einige Worte über die Entstehungsweise desselben hier eingeschaltet werden

Wir wissen einerseits, daß es viele Schnecken giebt, die keine gewundene Schale besitzen, und andererseits, daß sich auch andere Lebewesen, z. B. Würmer, sogar schon Protisten, schneckenartige Häuser bauen. (S. 205.) Eines der lehrreichsten Beispiele geben gewisse Frühlingsfliegen, deren Larven sich aus feinen Sandkörnern ein Schneckenhaus bauen. (Fig. 227.) Fritz Müller hat nun darauf aufmerksam gemacht, daß auch andere Frühlingsfliegenlarven, die sich ein grades Gehäuse bauen, dies stets so einrichten, daß an der Vorderseite eine Art Vordach den Kopf bedeckt, so daß derselbe nach unten frei, nach oben geschützt ist. Denkt man sich dieses Dach kapuzenartig nach vorn heruntergezogen, so entsteht ein Ansatz zur Schneckenwindung. Natürlich ist für Schalthiere, die sich in eine Röhre zurückziehen, die gebogene Röhre vortheilhafter als die gerade, weil nicht jeder Angreifer den Windungen folgen kann, und deshalb sieht man auch Röhren-Würmer gewundene Röhren anlegen, die bei fossilen Arten mehr als einmal zu Verwechselungen mit Schnecken geführt haben. Der vortheilhafteste Bauplan wird aber offenbar der sein, wenn die Windungen sich an einander legen, und so nicht nur die Festigkeit des Gesammtbaues erhöhen, sondern auch der eindringenden Kälte und andern Schädlichkeiten mehr Widerstand bieten. Der Bauplan des Schneckenhauses erklärt sich also nicht durch eine entsprechende Form des Thieres, sondern durch die Vortheile des Gebäudes selbst, welches immerfort vorn durch neue Kalkausschwitzungen aus dem Mantel des heranwachsenden Thieres vergrößert wird. Aus diesem Grunde kann die Schale, weil sie sich nicht mit einem Male fertig anlegt, sondern allmälig weiter bildet, uns bei einigen Weichthieren Anhaltspunkte für die Geschichte des Stammes liefern. Dagegen war die Eingewöhnung in das Schneckenhaus nicht ohne Einfluß auf die körperliche Gestaltung der Schnecke selbst. Den Wurm-Mollusken (S. 340) am nächsten stehen einige paarkiemige Schnecken, die nur erst eine Art Mütze aber keine Wendeltreppe ausgebildet haben, namentlich die Spaltschnecken (Fissurella). Sie besitzen noch die ursprüngliche symmetrische Ausbildung der Kiemen, des Herzens und der Nieren. Ihnen schließen sich Napfschnecken (Patelliden) und Meerohren (Haliotis) zunächst an. Bei den übrigen Bauchfüßlern entwickelt sich eine eigenthümliche Unsymmetrie des Körpers, indem Kieme, Herzvorkammer und Niere auf der einen Seite verkümmern, auf der andern Seite aber sich um so stärker entwickeln.

Fig. 227.
Gehäuse von Helicopsyche.

Im Ei sieht man den Anfang der Schale als einen flachen Napf oder eine phrygische Mütze von durchsichtiger Substanz, die Urform der Schneckenschale. Ihr Wachsthum geschieht durch Ablagerung neuer Kalkmassen aus

den senkrechten Drüsen des Mantels am Vorderrande, wobei die Mütze immer in derselben Richtung d. h. nach rechts oder nach links rückwärts geschoben wird, wodurch dann die rechts oder links gewundenen Schneckenhäuser entstehen. Wir müssen uns über diese Ausdrücke verständigen, da nicht alle Naturforscher sie im gleichen Sinne gebrauchen und die Botaniker oft als rechts gewunden bezeichnen, was der Zoologe links gewunden nennt und umgekehrt. Der Conchyliologe denkt sich, wenn er eine Schneckenschale beschreiben soll, dieselbe so vor sich hingestellt, daß die Hausmündung (der Treppeneingang), ihm zugekehrt ist, und die Spitze nach oben ragt. Liegt alsdann die Mündung rechts von der Treppenspindel, so nennt er die Schale **rechtsgewunden** und liegt sie links, so heißt das Gehäuse **linksgewunden**. Die meisten Schneckenhäuser sind rechtsgewunden, doch kommen unter den regelrecht rechts windenden Schnecken links windende Abarten vor, die angeblich in allen ihren Nachkommen die Windungsrichtung beibehalten, so daß man, da solche verkehrt gewundenen Schneckenhäuser von Sammlern sehr gesucht wurden, derlei Abnormitäten geradezu gezüchtet hat. Eine Spindelschnecke (**Fusus** oder **Neptunea antiqua**), die mit der Majorität rechts windet, soll in der Vorzeit meist links gewunden aufgetreten sein, weshalb **Lamarck** die fossile Abart als verkehrt gewunden (**Fusus contrarius**) bezeichnete. Im vordersten weitesten Theile befinden sich Kopf und Fuß des Thieres, in den hinteren Windungen die zarteren Eingeweide und am Ende der Windungen ist das Thier an der Schale befestigt. Die meisten Schnecken besitzen ausgebildete Sinnesorgane, namentlich zwei oder vier Fühlhörner; ein paar einfache Augen sitzen entweder auf den Spitzen der Fühlhörner oder am Grunde derselben, am Kopfe. Die Mund- und Ernährungswerkzeuge sind viel vollkommner entwickelt als bei den Muscheln; im Munde bewegt sich die allen Schnecken gemeinsame, riemenförmige Reibezunge, die aufrollbar mit sehr zierlichen, nach den Arten verschiedenen Zahnreihen besetzt ist, und die Nahrung zerfeilt, indem sie sich gegen die hornigen Kiefer hin- und herbewegt. Wie die Landschnecken auf dem Laube, so weiden die Meerschnecken auf den Algen-, Korallen- und Polypenrasen. Aus diesem leistungsfähigen Munde führt eine einfache Speiseröhre in den nicht selten mit weiteren Zermalmungswerkzeugen bewaffneten Magen und mündet dann meist nach vorn neben dem Windungspfeiler wieder aus. Herz und Blutumlauf sind ziemlich vollkommener Art, die Befruchtungsorgane sehr verschiedenartig, je nachdem die Schnecken getrennten Geschlechtes, oder, wie die meisten Landschnecken, **Wechselzwitter** sind.

Ihrer merkwürdigen Lebensverhältnisse wegen sei hier der Veilchenschnecke (Fig. 228) gedacht, eine der wenigen Schneckenarten, die das offene Meer bewohnt und an der Oberfläche mit Hilfe eines Flosses schwimmt, welches sie als ein Kunstprodukt selbst erzeugt. Es besteht aus einer länglichen schaumigen Masse von knorpliger Beschaffenheit, die mit dem Körper nicht im organischen Zusammenhange steht, sondern einfach an der Spitze

ihres kleinen Fußes angeheftet ist. Nach den Beobachtungen von Lacaze-Duthiers verfertigt sie das Floß in der Weise, daß sie den Fuß über das Wasser hebt, ihn krümmt, so daß er eine vom abgesonderten zähen Schleim eingehüllte Luftblase erzeugt, von denen eine an die andre gereiht wird, bis das Floß, dessen blasige Masse erhärtet, fertig ist. An der Unterseite desselben heftet dann die Schnecke ihre Eier. Diese in Massen auf dem Meere schwimmenden Schnecken sind noch durch die blaue Farbe ihrer Schale ausgezeichnet, die vielen an der Meeresoberfläche treibenden Thieren als Verbergungs- und Schutzmittel eigen ist, namentlich Quallen. Die Veilchenschnecke erscheint häufig mit der tiefblauen Segelqualle (Velella) vergesellschaftet, die ebenso an der Oberfläche treibt.

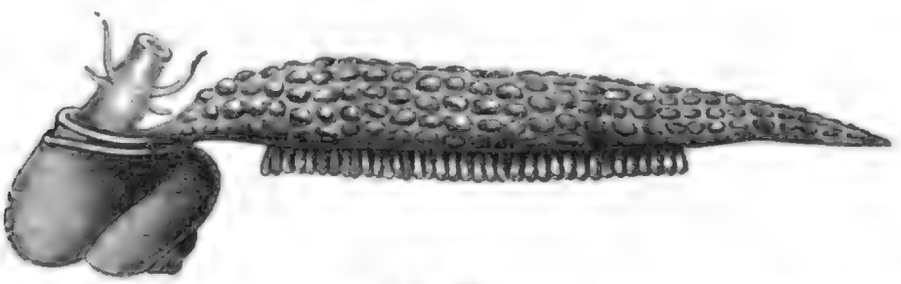


Fig. 220.
Gemeine Veilchenschnecke (Janthina communis) mit dem Schwimmfloß, welches die Eier trägt.

Die große Mannigfaltigkeit der Formen und Färbungen von Schneckenschalen, welche noch mehr als die der Muschelschalen die Sammler reizt, ist bisher nur in wenigen Fällen auf ihre bedingenden Ursachen zurückgeführt. Manches davon liegt deutlicher, wie z. B. die Rippen und Faltungen der Spindel oder die Einbuchtungen und Zähne des Außenlippenrandes vieler Schnecken. Wie H. Dall gezeigt hat, entstehen sie, z. B. bei den Papstmützen (Mitra-Arten) dadurch, daß der Zurückzieher oder Spindelmuskel länger und tiefer in der Schale befestigt ist, als bei den nicht gefalteten Spindelschnecken (Fusus-Arten). Die Folge davon ist, daß bei den ersteren der sich zurückziehende Muskel den Mantel in die Schale zieht, wobei er wegen der Enge der Oeffnung genöthigt ist, sich in Längsfalten zu legen. Die Längsrunzeln des Treppenpfeilers wie der Lippenränder sind die mechanischen Folgen dieser Faltung der kalkabsondernden Oberfläche. Aehnlich ist der Vorgang bei den Falten-, Porzellan-, Kauri- und Tigerschnecken, die einen sehr ausgedehnten Mantel bei einer sehr engen Mündung besitzen; die Außenlippe wird besonders bei solchen Arten stark gezähnt sein, welche eine schmale Oeffnung haben. Die Querwülste und Erhebungen der Schale bilden sich periodenweis immer an denselben Stellen des Gehäusemundes, wodurch sie eine reihenweise Anordnung erlangen.

Hinsichtlich der Färbungen hat Simroth bemerkt, daß bei den Meeresschnecken vor Allem zwei Farbenreihen auftreten, ein helles oder dunkleres Gelbbraun und ein in Purpur übergehendes Violett; andere Farben sind

selten. Dabei scheint die gelbbraune Tinte die Primitivfärbung darzustellen, denn das Violett erscheint erst sekundär in Folge einer Umwandlung der gelbbraunen Grundfarbe unter dem Einflusse des Sonnenlichtes. Diese Umformung erscheint identisch mit derjenigen, welcher die gelbliche Ausscheidung der Purpurschnecken und anderer Arten am Lichte unterliegt, indem sie in Violett übergeht. Die Gehäuse solcher Meeres-Mollusken, die einer stärkeren Beleuchtung ausgesetzt sind, weil sie der Oberfläche näher wohnen oder an derselben schwimmen, sind daher immer violett bis blau gefärbt, wie z. B. die eben erwähnten Janthina-Arten. Manchmal findet man auch bei den bräunlichen Schnecken, die im tieferen Wasser wohnen, im Innern der Schale oder gegen die Spitze hin (welche den ältesten Theil darstellt) violette Schichten, welche von der Larvenschale, d. h. dem Gehäuse des ganz jungen Thieres herrühren; man hat dann Arten vor sich, deren oft unbekannte Larven pelagisch sind, d. h. im offenen Meere leben, z. B. bei Conus-, Nassa-, Strombus-Arten u. a., so daß es also möglich wird, aus gewissen Farbenresten der Schale einen Rückschluß auf die Lebensweise ihrer unbekannten Jugendformen zu machen. Eine sonstige Beziehung der Schalenformen und -Färbungen zu den Lebensverhältnissen ist selten erkennbar, man will jedoch bemerkt haben, daß die lebhaften Flecken den älteren Tigermuscheln als Abschreckungsmittel dienen, so daß man nur jüngere als Köder für Tintenfische verwenden kann.

Die Meeresschnecken der Sammler, deren Gehäuse wegen ihrer Schönheit auch vielfach als Zimmerschmuck dienen, gehören der großen Abtheilung der Vorderkiemer (Prosobranchiaten) an, welche durch vor dem Herzen belegenen, vom Mantel bedeckte Kiemen (oder Lungen) athmen, sie sind stets beschalt und getrennt geschlechtlich. Unter den jüngern Meeresschnecken haben viele die Schale sehr zurückgebildet bis zum völligen Verschwinden, wobei die mehr oder weniger freigelegten Kiemen ihre Lage hinter dem Herzen genommen haben. Diese hermaphroditischen Nacktschnecken des Meeres, welche die Abtheilung der Hinterkiemer (Opisthobranchiaten) bilden, erscheinen jedoch, dem alten Familienherkommen folgend, im zartesten Alter sämmtlich mit dem einer phrygischen Mütze gleichenden Abzeichen der Ahnen. Dann putzen sie aber ihre nackte Haut mit ebenso prächtigen Farben und Zeichnungen, wie jene ihr Gehäuse und es giebt unter ihnen nicht weniger zahlreiche wunderbar schöne Thiere. Auch hier sind die an der Oberfläche des Meeres schwimmenden, z. B. die Glaucus-Arten blau, andre zeigen grelle Warnungs- oder unscheinbare Schutzfarben, einige tragen über den ganzen Körper leicht abfallende, oft gefiederte Anhängsel, die sie den Verfolgern überlassen, während sie den nackten Leib in Sicherheit bringen. Sie brauchen Ersatzmittel für die aufgegebene, der Freibewegung allerdings hinderliche Schale.

Für unsre historische Betrachtungsweise der Natur ist vielleicht aus der gesammten Schneckenhistorie die Thatsache am wichtigsten, daß die heute

auf dem Lande, wie im Süßwasser so verbreiteten Lungenschnecken erst im obern Jura, einer verhältnißmäßig späten Erdperiode, häufiger wurden. Es gab damals bereits seit ungeheuren Zeiträumen Land- und Süßwasserbecken, von deren Dasein schon aus der Steinkohlenzeit Süßwassermuscheln Zeugniß ablegen, aber nur ganz vereinzelt finden sich in diesen älteren Landbildungen Spuren von Lungenschnecken und erst in der Tertiärzeit traten sie in größerer Zahl auf. Viel später als den Wirbelthieren war es also erst den Weichthieren beschieden, wenigstens in einem Zweige auf dem Lande festen Fuß zu fassen. Während aber bei den Fischen eine Umbildung der Schwimmblase diesen Uebergang erleichterte, mußte bei den Schnecken eine unmittelbare Verwandlung der Kiemen in Lungen stattfinden,

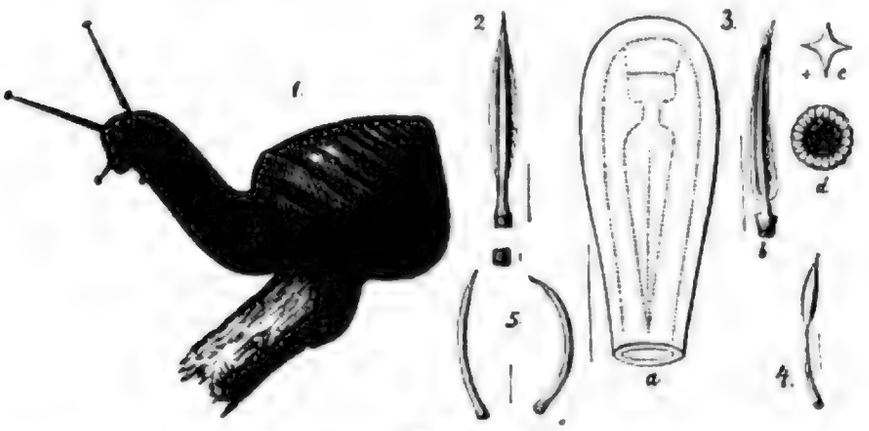


Fig 229.
Nr. 1 und 2 Helix nemoralis und Liebespfeil derselben. Nr. 3 Pfeilsack (a), Liebespfeil (b) und oberer Querschnitt (c) nebst Krone (d) desselben von H. pomatia. Nr. 4 und 5 Pfeile von H. arbustorum und H. ericetorum. Die Striche bezeichnen die natürliche Größe der Pfeile.

die daher auch die gleiche Stelle im Körper einnehmen. Auch hier ist der Uebergang kaum ohne einen Amphibien-Zustand zu denken und noch heute beobachten wir in den Blasenschnecken oder Ampullarien, welche die Flüsse heißer Zonen bewohnen, amphibische Thiere, die Lungen und Kiemen neben einander ausbilden und in der Vorwelt nahe Verwandte besaßen. Die im Wasser lebenden Lungenschnecken, welche, wie die im Wasser lebenden Lungen-Wirbelthiere, für gewöhnlich zu jedem Athemzuge an die Oberfläche kommen müssen, zeigen übrigens, wie Siebold in neuester Zeit beobachtet hat, eine bemerkenswerthe Leichtigkeit, ihre Lungen wieder in Kiemen zurückzuverwandeln, indem sie in tiefen, aber sehr luftreichen Gebirgsseen, nicht mehr zum Athmen in die Höhe kommen. So ist die Natur in ewiger Wandlung begriffen.

Die Lungenschnecken sind im Uebrigen wahrscheinlich nicht nur ihrem zeitlichen Auftreten nach, sondern auch in ihrer gesammten Organisation die Spitzen des Schneckenreiches. Im Allgemeinen weniger farbenprächtig als ihre Meeres-Collegen sind sie vielleicht gebildeter als diese. Wir halten

unsre Garten- und Weinbergsschnecken, die zu den Wechselzwittern (vgl. Seite 276) gehören, wegen der großen Langsamkeit ihrer Fortbewegung, wohl in der Regel für sehr stumpfe Wesen. Allein die hochentwickelte Form ihres Geschlechtslebens, die poetische Einkleidung ihrer Liebeswerbungen, während welcher sie aus einem, neben den Geschlechtsorganen belegenen Blindsacke zierliche Liebespfeile auf einander abschießen, und so der Amorsmythe einen natürlichen Hintergrund geben, belehrt uns eines andern und bessern. Die Liebespfeile der meisten Arten (Fig. 229) sind von einander verschieden gestaltet und können daher ebenso wie die sehr verschiedenartigen Zahngarnituren ihrer Reibezungen als Unterscheidungsmittel dienen. Unter den Lungenschnecken giebt es in wärmeren Ländern sehr große Vertreter, z. B. die Bulimus-Arten Südamerikas, welche sich außer durch ihr schmuckes Gehäuse, auch durch die Größe ihrer Eier auszeichnen. Diese mit einer weißen, glatten, glasartig glänzenden Kalkschale versehenen Eier übertreffen an Größe oft die Eier unsrer Singvögel; sie sind z. B. bei Bulimus Popelairianus 5 cm lang, aber an beiden Enden gleich dick. Während die Meeresschnecken meist große Klümpchen zahlreicher weichschaliger Eier ablegen, von denen aber oft nur ein Junges auskommt, welches die Andern auffrißt, bringen diese Lungenschnecken, wie die Spitzen der Wirbelthiere nur wenige, aber wohlverwahrte Jungen auf.

Daß der ungeheure Reichthum der Schneckenformen das Ergebniß nie ruhender Variation ist, wagt man trotz der merkwürdigen Formbeständigkeit einzelner Arten nicht mehr zu läugnen, seit Hilgendorf die Spezialgeschichte einer solchen Umwandlung aus den Archiven des obermiocänen Süßwasserkalks von Steinheim (Württemberg) geschöpft und genau beschrieben hat. In den übereinander liegenden Schichten desselben finden sich nämlich zahlreiche Schneckenschalen, die so unähnlich sind, daß ein gewissenhafter Systematiker leicht ein paar Dutzend Arten daraus machen könnte, während Hilgendorf gezeigt hat, daß sie sämmtlich durch Uebergänge verbunden sind, die sich in denjenigen Schichten finden, welche zwischen den Fundstellen der am meisten verschiedenen Formen liegen. In den untersten Schichten liegen die Windungen der vielgestaltigen Schnecke (Planorbis multiformis) wie bei unserer gemeinen Sumpfschnecke in einer Ebene, so daß sie einem kleinen Damenbrettsteine gleicht, weiter hinauf ziehen sich die Windungen zu einem Kegel auseinander, um in noch höheren Schichten wieder zu einer den Ausgangsformen ähnlichen Gestalt zurückzukehren. (Fig. 230, 231.) Neben den Gestalten der Hauptreihe finden sich mancherlei Nebenlinien, durch verschiedene Eigenthümlichkeiten des Gewindes, Reliefbildungen der Schale u. s. w. ausgezeichnet. Der genannte Forscher hat, zahreichen unbegründeten Einwürfen gegenüber, überzeugend dargethan, daß diese verschiedenen Formen einen durch alle Mittelglieder verfolgbaren, handgreiflichen, mehrfach verzweigten Stammbaum bilden, der sich zuerst in

zwei Hauptäste theilt, worauf diese noch einmal sich theilen. Von diesen vier Aesten, die wieder mancherlei Nebenzweige aussenden, ist aber nur der erwähnte Hauptzweig bis in die obern Schichten zu verfolgen, die andern sind abgestorben, resp. von jenem Zweige im Kampfe ums Dasein

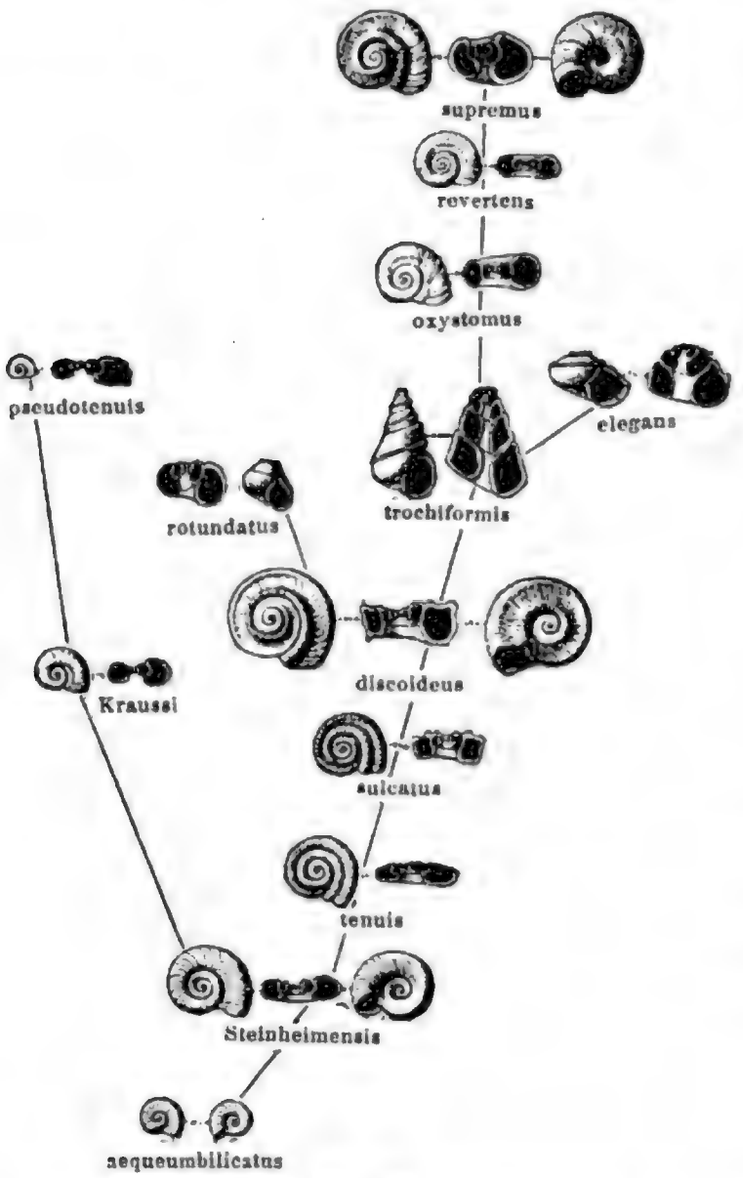


Fig. 230.
Hauptzweig von Planorbis multiformis von Steinheim nebst einigen Nebenzweigen.

Fig. 231.
Formenreihe des Hauptstamms zwischen P. discoideus und P. trochiformis.

schließlich unterdrückt worden. So giebt ein Formenkreis, welchen man nicht wagen konnte, in einzelne Arten zu zersplittern, einen Begriff von der Unrichtigkeit der Auffassung, welche man vordem von dem unveränderlichen Charakter der Arten überhaupt gehabt. Wäre das Wasserbecken, aus welchem der Steinheimer Kalk sich absetzte, ausgedehnter gewesen, so daß die einzelnen Formen der Planorbis Zeit gehabt hätten, sich

anderthalben und doppelt und drei Finger so groß, so wirst du zur Genüge den Raum zwischen der Zahnreihenwand und seiner Hautgrenze ausfüllen.

Und nun **ende** deine Arbeit. Ziehe den Finger heraus. Wische ihn ab, wasche ihn, wenn du willst, und versuche, ob du mit ihm deine Lippen und deine Zähne berühren kannst. Du wirst finden, daß du es kannst. Du hast dich also nicht verletzt. Du hast nur einen Teil deiner Mundhaut gedehnt.

Du wirst finden, daß du es kannst, ohne daß du dich verletzt hast. Du hast nur einen Teil deiner Mundhaut gedehnt.

Du wirst finden, daß du es kannst, ohne daß du dich verletzt hast. Du hast nur einen Teil deiner Mundhaut gedehnt.

Du wirst finden, daß du es kannst, ohne daß du dich verletzt hast. Du hast nur einen Teil deiner Mundhaut gedehnt.

Fig. 1. Der Mundraum. Die Lippen sind geöffnet, die Zahnreihen geschlossen. Die Mundhaut ist an der Innenfläche der Lippen und der Wangen, sowie an der Außenfläche der Zahnreihen sichtbar. Sie ist an der Innenfläche der Lippen und der Wangen, sowie an der Außenfläche der Zahnreihen sichtbar.

aber der Holothurie in einem festen Zusammenhange zu stehen schien, anfangs für ein Organ derselben ansah. Aber in seinem Innern reiften Eier, die sich in kleine Gehäuseschnecken mit gewundner Schale verwandelten und Deckel, rudimentäre Fühler und Sinnesorgane besaßen, Errungenschaften der Ahnen, die alle wieder zurückgebildet werden, wenn die Schnecke in die Holothurie eingeschlüpft ist, und auf den kümmerlichen Zustand eines Eingeweidewurms zurücksinkt. Man hat die Einwanderung dieses mit Recht Wunderschnecke (Entoconcha mirabilis) benannten Thieres noch nicht direkt beobachtet, aber es ist wahrscheinlich, daß sie bei sehr jungen Thieren, vielleicht schon bei der Larve geschieht. Auch schließt man aus gewissen Anzeichen, daß die einwandernde Schnecke eine Nacktschnecke gewesen ist, deren Larven Schneckenhäuser besitzen, da sie ihrerseits von Gehäuseschnecken abstammen.

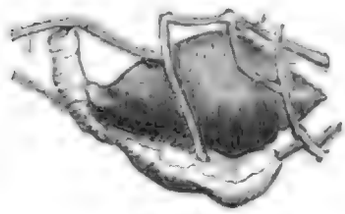


Fig. 233.
Rhizochilus antipathum.
Dreifach vergr. Nach Steenstrup.

Ein anderer sehr interessanter Fall des Zusammenlebens einer Schnecke mit andern Thieren wurde vor vielen Jahren von Steenstrup zuerst beschrieben. Diese Schnecke (Rhizochilus antipathum, Fig. 233) bietet in ihrer Jugend vollständig die Charaktere eines Kinkhorn (Buccinum) dar. Aber sobald sie eine bestimmte Altersstufe und Größe erreicht hat, siedelt sie sich regelmäßig auf den Zweigen einer Hornkoralle (Antipathes) an, umwulstet mit ihren Lippen die Aeste derselben, verklebt den Schalenmund mit einem gewölbten Deckel, der unten in ein Rohr ausgeht, durch welches sie mit der Außenwelt verkehrt, und treibt so sonderbare Wucherungen des Schalenmundes hervor, wie keine andre bekannte Schnecke. Ohne Zweifel handelt es sich dabei um eine zur Regel gewordene Abnormität, die dadurch entstanden ist, daß die Ansiedlung einer gewöhnlichen Buccinide zwischen den dünnen Zweigen der Hornkoralle für sie von Vortheil gewesen ist.

Eine viel anspruchsvollere und gewichtigere Rolle als Muscheln und Schnecken sehen wir den Bruderstamm der Kopffüßler (Cephalopoden) oder Kraken in der Weltgeschichte spielen, die ihren Namen einem Kranze um den Kopf und Mund gestellter Greiforgane verdanken. Sie sind offenbar Nachkommen jener oben (S. 345) erwähnten Stummelköpfe oder Flossenfüßler, die in vieler Beziehung zwischen Muscheln und Schnecken in der Mitte stehen, und auch ihrer Entwicklungsgeschichte nach eine sehr ursprüngliche Gruppe zu sein scheinen. Es ist merkwürdig, wie sich bei diesen, nach ihren versteinerten Resten sehr alten Thieren bereits gewisse Fähigkeiten zeigen, die auch die höchsten heute lebenden Kopffüßler ausnützen, um ihren Verfolgern zu entgehen. So wissen einige dieser Flossenfüßler, von denen man mehrere unter dem Namen des Walfischaases zusammenfaßt, namentlich die Gattungen Clio, Cliopsis und die mit Polypen-

armen versehene Gattung Pneumodermon, dadurch ihren Verfolgern, zu entgehen, daß sie rings aus der Haut ein milchartiges Sekret ausscheiden, welches das Wasser weit umher trübt, gerade wie es die höheren Cephalopoden auch thun. Andere Arten, wie z. B. Tiedemannia neapolitana, wissen durch Anfüllung und Leerung sternförmiger Farbenzellen, die dicht unter der Haut liegen, ihre Färbung der jedesmaligen helleren oder dunkleren Umgebung so anzupassen, daß man sie viel leichter übersieht, eine Eigenthümlichkeit, die ebenfalls die höheren, modernen Kopffüßler auszeichnet, so daß wir in diesen Kriegslisten Fähigkeiten sehen müssen, die wahrscheinlich bereits die Ahnen des gesammten Stammes auszeichneten.

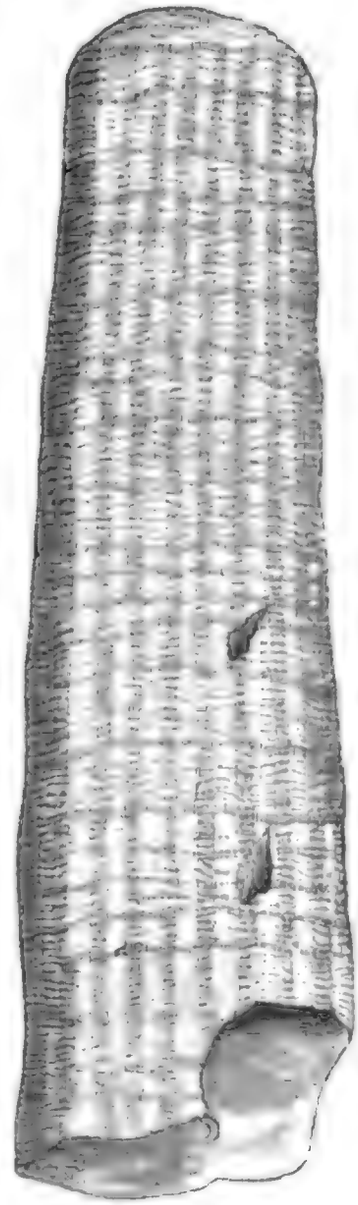


Fig. 234.
Orthoceras annulatum.

In der Regel aber ist die Zahl der kleinen Fangarme am Munde, die wir schon bei den Stummelköpfen (Fig. 225) die kegelförmige Hervorragung bilden sehen, und von denen bei Pneumodermon zwei mit Saugnäpfchen versehen sind, bedeutend vermehrt, und sie bilden dann einen Kranz von in der Regel acht bis zehn rings um den Mund gestellten Fangarmen, auf diese Weise den Wirbelthieren und Gliederthieren, deren Gliedmaßen hinter einander am Rumpfe befestigt sind, wenigstens einen ganz verschiedenen Typus auf höherer Entwicklungsstufe gegenüberstellend. Zu den Pteropoden hat man bisher meist die dünnen, röhrenförmigen, durch zahlreiche undurchbohrte Scheidewände in Kammern getheilten Gehäuse gerechnet, welche in den silurischen Schichten sehr häufig sind, die aber von Jhering unter dem Namen der Leptoceratiten als die Ahnen der Cephalopoden angesehen und an die Wurzel des Stammes gestellt werden. Ihre angeblichen, schon in der Silurzeit häufigen Nachkommen, die Geradhörner (Orthoceratiten, Fig. 234), welche eine bedeutend erhöhte Durchschnittsgröße und dickere Außenwände besaßen, unterscheiden sich von ihnen sogleich dadurch, daß die Kammerwände durchbohrt sind, aber es giebt in der That auch bei ihnen einzelne Gattungen (z. B. Endoceras) mit dütenartig gebogenen und ineinandergeschobenen undurchbohrten Kammerwänden, und es läßt sich nicht läugnen, daß sie unvermittelt und ohne nachweisbare Ahnen auf der Weltbühne erschienen

wären, wenn man sie nicht von jenen röhrenbewohnenden, den Pteropoden nahestehenden Leptoceratiten ableiten könnte, auf deren undurchbohrte Kammern wir sogleich zurückkommen.

Die Cephalopoden gehören zu den unermüdlichsten Baumeistern, die es geben kann, stets beschäftigt, das alte Haus durch einen weitern Anbau an der Mündung zu verlängern, und sobald der neugewonnene Vorderraum genügte, die alte zu eng befundene Kammer durch eine Wand hinter sich abzuschließen und diese Arbeit immerfort zu wiederholen. So entstand jedesmal eine lange Flucht hintereinander liegender und durch Querwände von einander getrennter Kammern, entweder in gerader Anordnung, wie bei den Geradhörnern (Orthoceratiten, Fig. 234) oder in spiralförmig aufgewundener Form, so daß der ganze Palast einem großen Schneckenhause gleicht. Zwischen diesen beiden Endtypen giebt es dann zahlreiche Zwischenformen, indem der Stab an dem einen Ende in die mehr oder weniger vollendete, weiter oder enger gerollte Spirale übergeht. Unter anderm sehen wir schon im silurischen Meere das Zeichen der Hohenpriesterschaft in Form kunstgerecht gestalteter Bischofsstäbe (Lituiten, Fig. 235) umherschwimmen, deren Bewohner offenbar gefräßige, unheilige Wesen, wie alle ihre Collegen waren.

Fig. 235.
Lituites cornu arietis.

Unsere Gelehrten würden die schwersten Sorgen um das richtige Verständniß dieser ihre Angehörigen nach Tausenden zählenden, aber heute fast gänzlich ausgestorbenen Familie haben, wenn sich nicht glücklicherweise ein Stellvertreter aus dem allgemeinen Untergange gerettet hätte, ein Abgesandter gleichsam, den die früheste Urzeit an die Neuzeit gerichtet hat, und der die ungeheure Reise durch die Jahrtausende glücklich vollendete, das Schiffsboot oder der Nautilus (Fig. 236), dessen schöne perlmutterglänzende Schale früher häufiger als jetzt zu Kunstgegenständen (Pokalen) verarbeitet wurde. Dieses wahrhaft den Namen eines letzten Mohikaners verdienende Thier, dem in sehr frühen Jahren alle seine Anverwandten starben, besitzt noch jene wenig gekrümmten Kammerwände, wie die ältesten Kopffüßler, es athmet noch wie jene ausgestorbenen Cephalopoden der älteren Linie, die man daher als Tetrabranchiaten zusammenfaßt, mit vier Kiemen, während sich das gesammte jüngere noch heute blühende Geschlecht der Kopffüßler (Dibranchiaten) mit zwei Kiemen behilft. Wir erfahren von jenem Botschafter der Vorwelt, daß die zahlreichen unbewohnten Hintergemächer von den Thieren deshalb mit herumgetragen wurden, um als Schwimmapparat zu dienen, und daß der lange sehnige Strang, welcher die Wände und Kammern durchbohrt

mit Ad in die Höhlung eindringt, ausgestoßen und kaut binnen 48 Stdn. zerfallen Blumen wieder Bildung zu entstehen.

Kamille, Echte (Matricaria Chamomilla L.) Die Pflanze ist 10—30 cm hoch, einjährig, stark duftend, hat feine vielspaltige, fast doppelt gefiederte Blätter und einzelne, lang gestielte Blütenköpfchen. Die Hülle ist fast kugelig, die Spreublätter sind stumpf, die Randblüten weiß, die Scheibenblüten gelb. Die Blütenköpfchen haben einen kegelförmigen Blütenboden und sind daher hohlkörnig. Die Blütezeit ist Juni bis August. Die Pflanze wächst auf Äckern, Schutthaufen, an Wegen und Zäunen. Die Blütenköpfchen werden gesammelt.

Echte Kamille (a) und Hundskamille (b).

Kamille, Echte. Sie ist eine bekannte, häufige, giftlose Heilpflanze. Ihr Geruch ist fein und stark, ihr Geschmack gewürzhaft, bitterlich. Sie enthält ätherisches Öl, Bitterstoff, Gerbsäure, Schleim, Zucker, Harz, Wachs, Salpetersäure, Kali und Kalk. Sie wirkt schwach narkotisch, krampfstillend, schweißtreibend, harntreibend, stark blutstillend, schleimlösend und in verdünnten Säuren gelind adstringierend, magenstärkend und fieberwidrig. Sie wird innerlich und äußerlich angewendet. Innerlich gibt man sie als Aufguß, Tee, Extrakt, Wasser, Geist und Öl. Äußerlich ist sie besonders wirksam als Aufguß, Bad, Dampfbad, Umschlag, Einspritzung, Augenwasser, Klystierwasser. Man hat sie in Gaben gegeben: Innerlich 1—2 Teelöffel voll Blumen auf 1 Tasse Aufguß, Extrakt, Wasser, Geist und Öl nach Vorschrift der Arzneitaxe, äußerlich, wie bei jedem

Bau schwerer zu machen; will er im Gegentheil zur Oberfläche des Meeres emporsteigen, so streckt er sich so weit als möglich aus seiner Schalen-Behausung hervor und das dadurch trotz seiner kalkigen Schale leichter als Wasser werdende Thier steigt nun schnell in die Höhe. Außerdem dient ihm die Fähigkeit, das zum Athmen eingesogene Wasser mit einer gewissen Heftigkeit hervorzusprudeln, als Mittel, sich in entgegengesetzter Richtung zu bewegen, mit einem Worte, die Ammoniten, wie man die ganze Gruppe nach der herrschenden Form späterer Zeiten zu nennen pflegt, waren, wenngleich ohne Schwimmblase und Flossen, Schwimmer der vollkommensten Art, vielleicht die ersten unter den Gehäuse-Thieren, die sich vom Meeresboden erhoben, um kühnen Aeronauten unserer Zeit gleich, die höheren Regionen ihrer Welt zu besuchen. Mit den später gekommenen Fischen, den eigentlichen Ruderern der Meere verglichen, hat ihre Schwimmmaschine entschieden etwas an einen vollkommneren Luftballon mit seitlicher Lenkungsfähigkeit Erinnerndes; es ist eine künstliche Maschinerie, während die Fische, abgesehen von ihrer Schwimmblase, sich nur direkt durch geschickte Körperbewegungen forthelfen. Die Gefräßigkeit der heutigen nähern und ferneren Stammverwandten als Erbübel betrachtend, erblicken wir in den die Höhen und Tiefen der silurischen Meere unsicher machenden Kammerherren wohl mit Recht die Schrecken und Tyrannen der Primordialfauna. Es darf aber nicht verschwiegen werden, daß der verbreiteten Ansicht von der Leichtbeweglichkeit der Ammoniten, eine andere von Johannes Walther vertheidigte, entgegensteht, der in ihnen schwerbewegliche Boden- und Klippenbewohner, wie die heute lebenden Kopffüßler erkennen will. Man hat z. B. Ammoniten beobachtet, auf deren Schale sich Austern festgesetzt hatten, über die sich die folgende Windung hinweglegen mußte, was nicht für eine unruhige Lebensweise spricht. Daß diesen Raubrittern der Silurmeere ihr Handwerk etwas eintrug, ersehen wir aus dem ansehnlichen Umfange, welchen einige mit ihrem, freilich zum großen Theil mit Luft gefüllten Körper erreichten. Geradhörner (Orthoceratiten) von einem Fuß im Durchmesser und sechs Fuß Länge sind keine ungewöhnlichen Ausnahmen. Auch in der Artenzahl standen sie früh ehrfurchtgebietend da.

Fig. 237.
Die Entwicklung des Bauchlobus: 1 bei Rautiliten, 2 bei Goniatiten, 3 bei Ceratiten, 4, 5, 6 bei Ammoniten der Schwarzjura-, Braunjura- u. Kreide-Zeit.

Fig. 238.
Aganides (Pseudonautilus) Geinitzi.

Wie wir durch Abänderung der Art eine Mannichfaltigkeit, und aus ihr Gattungsformen, in ihnen eine weitere Entwicklung, in der Gattung Arten werden ungezwungen ableiten können, so ist es

Fig. 30. Ammonites Humphresianus. Oolith.

Fig. 31. Ammonites Parkinsoni. Oolith.

auch mit den Familien. Wir können sie ableiten von den Gattungen, die ihnen zunächst stehen, und diese wieder von den Familien, aus denen sie hervorgegangen sind. Wenn wir z. B. die Familie der Ammoniten auf die Gattung Nautilus zurückführen, so ist damit nur gesagt, dass wir uns die Ammoniten aus Nautilus-ähnlichen Formen entstanden denken. Wir können uns vorstellen, dass eine Nautilus-ähnliche Form sich allmählich so veränderte, dass sie zu einer Ammonites-ähnlichen wurde, und dass sich dann aus dieser Ammonites-ähnlichen Form die Ammoniten-Familie entwickelte. Wie diese Entwickelung vor sich gegangen ist, wissen wir nicht. Wir können nur sagen, dass sie vor sich gegangen sein muss, weil wir sonst keine Möglichkeit haben, uns die Entstehung der Ammoniten zu erklären.

Fig. 32. Ammonites Bucklandi. Lias.

Fig. 33. Ammonites Conybeari. Lias.

Wenn wir nun die Ammoniten-Familie ableiten von Nautilus-ähnlichen Formen, so müssen wir uns diese letzteren wieder ableiten von Gattungen, welche ihnen zunächst stehen, und diese wieder von Familien, aus denen sie hervorgegangen sind. Wir können uns vorstellen, dass eine Nautilus-ähnliche Form sich allmählich so veränderte, dass sie zu einer Orthoceras-ähnlichen wurde, und dass sich dann aus dieser Orthoceras-ähnlichen Form die Nautilus-Familie entwickelte. Wie diese Entwickelung vor sich gegangen ist, wissen wir nicht. Wir können nur sagen, dass sie vor sich gegangen sein muss, weil wir sonst keine Möglichkeit haben, uns die Entstehung der Nautiliden zu erklären.

Fig. 34. Nautilus Pompilius. Recent.

Fig. 35. Nautilus Pompilius. Recent.

Wenn wir nun die Nautiliden ableiten von Orthoceras-ähnlichen Formen, so müssen wir uns diese letzteren wieder ableiten von Gattungen, welche ihnen zunächst stehen, und diese wieder von Familien, aus denen sie hervorgegangen sind. Wir können uns vorstellen, dass eine Orthoceras-ähnliche Form sich allmählich so veränderte, dass sie zu einer Belemnites-ähnlichen wurde, und dass sich dann aus dieser Belemnites-ähnlichen Form die Orthoceras-Familie entwickelte. Wie diese Entwickelung vor sich gegangen ist, wissen wir nicht. Wir können nur sagen, dass sie vor sich gegangen sein muss, weil wir sonst keine Möglichkeit haben, uns die Entstehung der Orthoceratiden zu erklären.

gefüllter, einer beim Gewerbefleiß- in den ausländischen Kohlen-Abtheilungen aber ganz ihren Gebrauch. Diese erfüllungen des Lichtbogens und der Wärme in der großen Zerstreuung von zwei ebenen Spiegeln, und die Lampen, wie sie in Fig. 1061 (Elektrische Lampe von Siemens & Halske) dargestellt sind, sind in Fig. 1061. Elektrische Lampe von Siemens & Halske.

Fig. 1061.
Elektrische Kohlenspitzen-Lampe von Siemens & Halske.

Fig. 1062.
Elektrische Kohlenspitzen-Lampe von Siemens & Halske.

Fig. 1062 in der Ansicht von vorn dargestellt. Die Kohlenstäbe, welche den Lichtbogen bilden, sind in Fig. 1061 mit *a* und *b* bezeichnet. Sie werden durch die Klemmschrauben *c* und *d* gehalten, welche mit den Polen der Maschine in Verbindung stehen. Der Lichtbogen befindet sich zwischen den Kohlenspitzen *e* und *f*. Die Kohlenstäbe werden durch Zahnstangen und Zahnräder, welche durch das Uhrwerk *g* in Bewegung gesetzt werden, in der Richtung ihrer Achsen vorgeschoben. Die Einrichtung, welche diese Vorschiebung regelt, ist aus Fig. 1062 ersichtlich. Sie besteht aus einem Elektromagneten *h*, dessen Anker *i* mit einer Gabel *k* verbunden ist, welche in die Zähne des Rades *l* eingreift. Dieses Rad ist mit dem Rade *m* verbunden, welches in die Zähne der Zahnstange *n* eingreift. Diese Zahnstange trägt den Kohlenstab *a*. Wenn der Elektromagnet *h* nicht erregt ist, so wird der Anker *i* durch die Feder *o* gegen den Anschlag *p* gezogen. Dadurch wird die Gabel *k* gehoben und das Rad *l* kann sich drehen. Wenn der Elektromagnet *h* erregt ist, so wird der Anker *i* angezogen, die Gabel *k* fällt in die Zähne des Rades *l* und hemmt dessen Bewegung. Der Elektromagnet *h* ist mit einer Nebenschlußwicklung versehen, welche mit den Kohlenstäben *a* und *b* in Verbindung steht. Wenn der Lichtbogen zu lang wird, so wird der Elektromagnet *h* stärker erregt, der Anker *i* wird angezogen, die Gabel *k* fällt in die Zähne des Rades *l* und hemmt dessen Bewegung. Der Lichtbogen wird dadurch verkürzt. Wenn der Lichtbogen zu kurz wird, so wird der Elektromagnet *h* schwächer erregt, der Anker *i* wird durch die Feder *o* gegen den Anschlag *p* gezogen. Dadurch wird die Gabel *k* gehoben und das Rad *l* kann sich drehen. Der Lichtbogen wird dadurch verlängert.

hat ein Gewicht von 3500 Kilogrammen, und die Schale erreicht nach Ergänzung der abgebrochenen vordern Wohnkammer durch ein Drahtgewebe im Museum zu Münster einen Durchmesser von 2,55 und einen Umfang von 6,67 Metern. Das Kreidemeer jener Gegend muß an solchen Ungethümen reich gewesen sein, denn schon einige Jahre vorher war hundert Schritt von der letzteren Fundstätte eine andre Art (Ammonites Coesfeldiensis Schlüter) gefunden worden, deren Petrefakt ebenfalls das ansehnliche Gewicht von 3000 Kilogrammen erreichte.

Die große Anzahl der in den Erdschichten der Secundärperiode zur Ablagerung gekommenen Ammoniten macht ihre unendlichen Formenreihen zu einem besonders schlagenden Beweise für die Wahrheit der Descendenz-Theorie. Specialforscher, die sich mit ihnen näher beschäftigt haben, wie in neuerer Zeit namentlich Neumayr und Würtenberger fanden, daß von scharf abgegrenzten sogenannten guten Arten bei ihnen nur dann die Rede sein kann, wenn man die Formen einer dünneren, beschränkten Erdschicht unter einander vergleicht, wo dann also ebenso wie in der Gegenwart die Arten festzustehen scheinen. Nahmen sie aber die Arten der darunter und darüber liegenden Schichten hinzu, so ergaben sich unendliche Formenreihen, in denen nicht nur die Arten durch Zwischenformen miteinander verbunden wurden, sondern auch die Gattungen, ja die Familien in einander übergingen, so daß alle Formen sich zu verzweigten Stammbäumen gruppiren ließen.

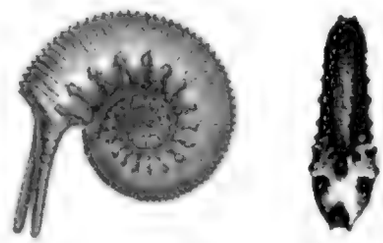


Fig. 242.
Ammonites Jason. Aus den Juraschichten.

Wenn wir auch von der Gestalt des Thieres und seinem Leben uns nur nach Analogien eine Vorstellung machen können, so reicht doch die äußere Gestalt der Schale und namentlich die Ornamentirung derselben hin, Hunderte und Tausende verschiedener Gestalten bei ihnen zu unterschieden. Sehr allgemein bedeckte sich die ursprünglich glatte Schale mit Querrippen, die sich dann bei jüngern Arten verschiedentlich umformten, verzweigten und an den Gablungsstellen Knötchen bildeten, die ihrerseits Höcker trugen, wie z. B. bei Ammonites Jason (Fig. 242). Nun bietet aber das allmälige Weiterwachsen der Schale bei den Ammoniten eine höchst günstige Gelegenheit, um daran nachträgliche Studien über die Ontogenie oder Entwicklungsgeschichte der Individuen im Verhältniß zur Phylogenie oder Stammesgeschichte machen zu können, die uns ja in zahlreichen Individuen vorliegt, wobei der günstige Umstand hinzukommt, daß die Veränderung zeitweise verhältnißmäßig rasch vor sich gegangen sein muß. Das biogenetische Grundgesetz, nach welchem die Ontogenie, oder die Entwicklung des Individuums eine kurze und schnelle, durch die Gesetze der Vererbung und Anpassung bedingte Wiederholung der Stammesgeschichte ist, ließ sich also hier, statt an den verschiedenen aufeinanderfolgenden

Jugendzuständen, an den Windungen einer und derselben Schale, bei Arten, deren Geschichte festzustellen war, kontroliren.

So z. B. kann die Ammoniten-Gruppe der Widderhörner (Arietites), deren Angehörige oft Mühlstein- und Wagenradgröße überschreiten, ausgehend gedacht werden von A. psilonotus der Triasschichten, der durch sein ganzes Leben glattwandig blieb, durch den Arnioceras miserabilis, der noch einen Anfang glatter Windungen um den Nabel oder Windungsmittelpunkt besitzt, dann aber Rippen, Kiel und Rinnen ausbildet, zum A. Conybeari, der erwachsen seine Rippen mit Höckern schmückt. Diese erscheinen bei Coroniceras, einer spätern Reihe, schon im jugendlichen Alter, wie denn neue Abänderungen der Schale stets auf der äußersten Windung auftreten und dann bei den Nachkommen immer weiter nach innen zurückgedrängt werden. Es läßt sich das so erklären, daß jedes Wesen erst den ihm vererbten Entwicklungsgang vollständig durchmachen muß, ehe es von den Fesseln der Erbschaft gewissermaßen befreit und mündig, seine eigenen Wege im Kampfe um's Dasein gehen kann. Die Nachkommen aber ererben jene Neuerung bereits, und darum erscheint sie in ihren späteren Gliedern fortlaufend früher, gleichsam zurückgedrängt durch nachfolgende Neuerungen, woraus sich dann erklärt, daß in Familien, deren Arten einen sehr großen Wechsel durchgemacht haben, die ursprünglichsten Formen so zusammengedrängt erscheinen, daß sie unkenntlich werden und der Anschein der abgekürzten Entwicklung entsteht, in welchem die ältesten Ahnenformen gleichsam übersprungen werden.

Fig. 243
Turrilites catenatus aus den Kreideschichten.

Während nun die eigentlichen Ammoniten durch eine geschlossene, in einer Ebene liegende Spiralwindung, charakterisirt sind, bei denen sich jede folgende Windung eng an die frühere anlegt, beginnen in der Jurazeit, die in der Kreidezeit ihre Hauptentwicklung erlangenden und zugleich den Anfang vom Ende bezeichnenden „ammonitischen Nebenformen", die zwar durch die Entwicklung der Kammerwände und Schalenskulpturen im engsten Verwandtschaftsverhältniß zu den echten Ammoniten stehen, aber irgend eine besondere, abweichende Idee verwirklichen. Darunter winden sich einige Formen z. B. Turrilites (Fig. 243) nicht mehr, wie alle ordentlichen Ammoniten in einer Ebene, sondern als Kegel wie die Schnecken. Andere haben wieder den Vortheil der Festigkeit, welchen das Aneinanderlegen der Windungen gewährt, aufgegeben und erscheinen als freie Spirale mit von einander entfernten Windungen. (Crioceras.) Bei andern kommen noch andere Evolutionen vor, und einige haben in einem Theile

ihres Lebens die spiralige Bauweise und in einem andern die Vergrößerung in einer geraden Linie, wie die Orthoceratiten befolgt. Mitunter kann man auch wohl die Ursachen solcher neumodischen Abweichungen von dem altbewährten Bauplan vermuthen. Bei solchen Arten nämlich, wo der Rücken mit Stacheln besetzt war, wie z. B. bei Ancyloceras (Fig. 244)

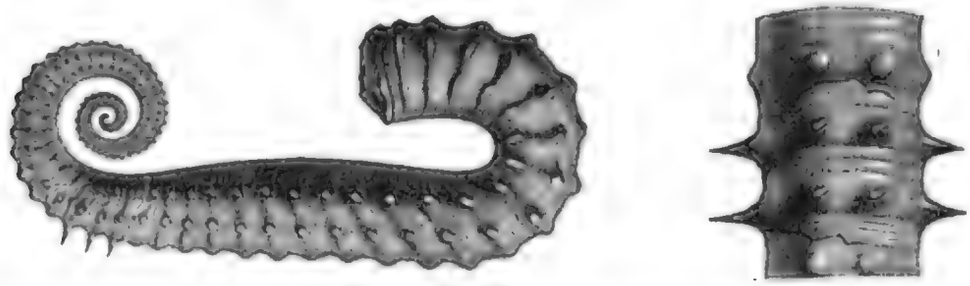


Fig. 244.
Ancyloceras Matheronianus aus den Kreideschichten.

mußten die Rückenstacheln der ältern Windungen sich in die Baufläche der jüngeren eindrücken und das Thier saß dann, wie auf einer Hechel, eine gewiß ebenso unbequeme als hinderliche Unterkunft, welche die Entfernung der Windungen von einander, das „Aufrollen" der sonst durch ihre Stacheln wohlbeschützten Armaten, erklärt. Dieses Aufrollen war aber an sich sicher kein Vortheil, da es wieder der Festigkeit des Gesammtbaues Eintrag that und wir begreifen daher das nahe Ende dieses in den Nebenformen aus Rand und Banden gegangenen Geschlechts. So veränderungslustig es sich, alles früher Dagewesene auf höherer Stufe wiederholend, noch einmal genug that; es hatte die Grenzen seiner Herrschaft erreicht; mit den obern Kreideschichten verschwindet die bunte Mannigfaltigkeit der Ammoniten mit einem Male, wie weggefegt vom Meeresboden. Während das so viel ältere Nautilusgeschlecht fortlebt, waren sie seitdem getilgt aus der Reihe der Lebenden, und so oft auch der Brahmine die heiligen Saligram-Ammoniten vom Himalaya mit der Tulsipflanze vermählt, er wird keine Nachkommenschaft erzielen. Hatten sie ausgelebt, oder einen Meister in der Gefräßigkeit gefunden, der ihre Stelle einnahm?

Fig. 245.
Belemnit restaurirt.

Bei der letzteren, wahrscheinlicheren Annahme wird man den siegreichen Nebenbuhler, wie in den meisten solcher Fälle, am sichersten unter den nähern Verwandten des Thieres mit ähnlichen Lebensansprüchen suchen. Vielleicht geben uns die Belemniten (Fig. 245), welche ungefähr gleichzeitig mit den echten Ammoniten auftauchen, ihre Höheperiode erreichen und bald hernach verschwinden, einen Fingerzeig in der Angelegenheit. Es waren dies zum Theil ebenfalls sehr ansehnliche, bis mannslange,

schnitt und einem Zweig der Colchicum bornmuellerianum Kotschy- ein acht Blumen, welche sich im Laufe von mehreren Jahren entwickelten. Buchstaben bezeichnen Namen der früheren Besitzer. Erläuterungen zu den Zeichnungen sind auf der Rückseite der Blätter geschrieben. Sie geben Auskunft über Fundorte, Standorte und Beschaffenheit der Pflanzen. Die Zeichnungen sind mit Bleistift, Tusche und Farben ausgeführt. Einige sind in Aquarell-Technik gemalt. Die Blätter sind verschieden groß, sie sind mit Bleistift numeriert. Jeder Zeichnung war, wie es die damals übliche Technik erforderte, ein Stück Seidenpapier beigelegt, um das Verwischen der Farben zu verhindern. Einige sind beigeheftet, wo sich Farben und Linien bereits gelöst haben. Die Zeichnungen sind in Mappen und Kassetten, wo sie übereinander lagen, durch Feuchtigkeit und Schimmel beschädigt. Einige sind durch Schimmel und Fäulnis zerstört. Die Zeichnungen sind in Mappen und Kassetten, wo sie übereinander lagen, durch Feuchtigkeit und Schimmel beschädigt. Einige sind durch Schimmel und Fäulnis zerstört. Die Zeichnungen sind in Mappen und Kassetten, wo sie übereinander lagen, durch Feuchtigkeit und Schimmel beschädigt. Einige sind durch Schimmel und Fäulnis zerstört.

Abb. 264
Colchicum bornmuellerianum Kotschy

Die vor mehreren Jahrhunderten gemalten Bilder sind meistens Momentaufnahmen, sie zeigen die Pflanzen in einem bestimmten Stadium ihrer Entwicklung. Manchmal sind sie auch Studien einer Pflanzenart mit ihren Varietäten. Sie zeigen die Pflanzen in ihrer Gesamtheit und Mannigfaltigkeit und Wechselheit vollig gleichwertig

sind. Im hintern Theile seines Leibes schaut nur noch die gekammerte Spiralschale mit wenigen einander nicht berührenden Windungen nach der Rücken- und Bauchseite aus dem Mantel hervor. Man findet diese durch ihre Luftkammern getragenen Spiralschalen häufig im Meere schwimmend oder an die Küsten geworfen, während das wahrscheinlich in unzugänglichen Tiefen der warmen Meere lebende Thier selten gefangen wird und in den Sammlungen außerordentlich sparsam vorkommt. Es ist der letzte Vertreter der Belemnoiden.

Das jüngere Geschlecht der schalenlosen Cephalopoden begann an Stelle der eingegangenen äußern Schale ein inneres Skelett auszubilden, sowohl um als Stütze eines Paares sich entwickelnder Seitenflossen zu dienen, als auch um in Form knorplicher Einhüllungen dem Hauptnervenknoten (Gehirn) und den edleren Sinnesorganen einigen Schutz zu gewähren. Dieses Skelett ist aber, wie bei den ältesten Fischen, nicht über den Zustand der Knorpelbildung hinausgekommen. Daneben bewahren die Tintenfische als Abzeichen ihres alten Stammbaumes unter ihrer Rückenhaut, den Schulp, der manchmal, z. B. bei Loligo vulgaris die Gestalt einer Vogelfeder mit langem Kiel annimmt, ein letzter Rest des ehemaligen Gehäuses, wie die alten Künstler das Dioskurenpaar stets mit dem Eierschalenreste auf dem Kopfe darstellten, um damit anzudeuten, daß sie die echten Söhne des ihrer Mutter Leda in Schwanengestalt genaheten Zeus seien.

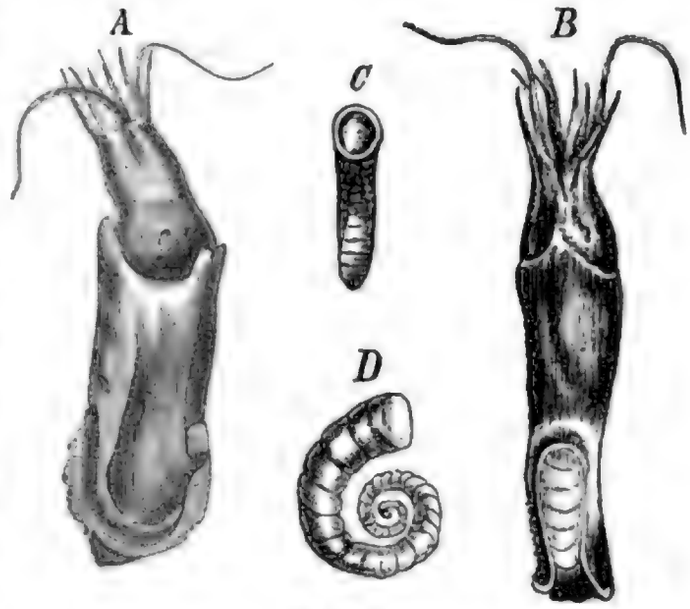


Fig. 247.
Spirula Peronii Lamarck.
A und B von unten und von der Seite. C und D das in B hervorschauende Posthörnchen in zwei Ansichten. (Nach G. v. Hayeck.)

Die heute lebenden, einer äußeren Schale entbehrenden Kopffüßler sind im Vergleiche zu den Muschelthieren, mit denen sie aus gleichen Anfängen hervorgingen, hochentwickelte Wesen, bei denen man unwillkürlich versucht wird, sie den Wasser-Wirbelthieren gegenüber zu stellen, als die Spitzen eines in anderer Richtung vorwärts geschrittenen Stammes. In ihrer der beengenden Schale entronnenen, freigewordenen Form sind sie keine Hervorbringungen uralter Perioden, sondern vergleichsweise moderne Schöpfungen, Herren des Tages, wie irgend die Wirbelthiere es sein mögen. Dies spricht sich schon in der ungewöhnlichen Größe der heute lebenden Kraken und

Tintenfische aus, welche zuweilen mit ihren ausgestreckten Fangarmen die Länge von dreißig Fuß erreichen, wie schon Plinius behauptete, und neuere Beobachtungen bestätigt haben. Man hatte diese Berichte der Alten und die im Volke umlaufenden Geschichten von Riesenkraken und Meermönchen oder Meerbischöfen für Märchen gehalten, bis in neuerer Zeit immer häufiger riesengroße Exemplare von Tintenfischen, sowohl aus der Abtheilung der Achtfüßler (Octopoden) mit acht gleichartigen Mundarmen, wie aus derjenigen der Zehnfüßler (Decapoden), die außer diesen noch zwei bedeutend längere Fangarme besitzen, glaubwürdigen Beobachtern vor Augen und zuletzt in die Museen gelangten. Der unter König Christian III. von Dänemark 1545 oder 1546 bei Malmö im Sund gefangene (vier Ellen lange Meermönch, der noch drei Tage lebte und mit unartikulirten Stöhnen der unlängst zum neuen Glauben übergetretenen Christenheit Angst machte, war nach Steenstrups Darlegung unzweifelhaft ein großer Tintenfisch gewesen, den man in den damals an alle Potentaten gesendeten Conterfeys trotz aller phantastischen Zuthaten noch deutlich wieder erkennt. Im November 1861 erbeutete der französische Dampfer Alekto zwischen Madeira und Teneriffa die Schwanzflosse eines Tintenfisches, den man auf 5 bis 6 Meter Länge und 2000 Kilogramm Gewicht schätzte; leider riß das Thier über der Schwanzflosse, um die man das Fangseil geschlungen hatte, durch und das Ungethüm entkam. In den letzten Dezennien wurden ziemlich häufig bei stürmischem Wetter große Exempare an die Küsten von Japan, Irland, Neuseeland und besonders von Neufundland geworfen; an der letzteren Küste wohl 20 Stück nacheinander. Ein in der Trinity-Bai lebend gefangener Architeuthis princeps Verrill von röthlich grauer Farbe, dessen Körperlänge von der Schwanzflosse bis zum Ende der beiden langen Fangarme über dreizehn Meter beträgt, wovon auf die Fangarme allein zehn Meter kommen, konnte für das New-Yorker naturhistorische Museum (Fig. 248) präparirt werden; der Körperumfang beträgt an seiner dicksten Stelle 233 und der Augendurchmesser 19 Centimeter. Neben diesem großen Zehnfüßler befindet sich ein ansehnliches, bei Sitka (Kalifornien) gefangenes Exemplar eines Achtfüßlers, des Teufelsfisches (Octopus punctatus) von neun Meter Umfang aufgehängt, das von einer Armspitze zur andern fünf Meter mißt (Fig. 248). Es ist ein naher Verwandter des gemeinen Achtfuß oder Seepolypen (Octopus vulgaris), von dem schon die Alten erzählten, daß er oft Badenden gefährlich werde, weil man sich von den mit großen Saugnäpfen besetzten, den Körper umschlingenden Armen nicht befreien könne.

Auch die auf alten japanischen Holzschnitten öfter dargestellten Abenteuer von Fischern, die in ihren Booten Kämpfe mit Kraken, welche sich an ihr Fahrzeug und an ihre Körper anklammern, zu bestehen hatten, scheinen sich gelegentlich an unsern Küsten zu wiederholen; ich lese eben beim Schreiben dieser Zeilen in einem naturwissenschaftlichen Blatte, daß das Drontheimer

Bildern Einblick in den Stoff, dessen Form gestaltet gelernt ist, bei den Zöglingen in einigen Jahren auch Ihre gewesen sein, wachsen in Ihnen Ahnungen von der vorausgehenden Größe und können Ihre Erwartungen langsam Zeitige Früchte tragen. Ich habe mich bemüht, Ihnen in diesen Bildern einen Maßstab mich in der Größe Ihrer Gewissenhaftigkeit, in Ihnen eine Antwort an die Überfülle zu finnen, denn mit der Überfülle gestaltungsreicher Vorschläge, die Sie mir zugesandt haben, ist es mir unmöglich, mich auseinanderzusetzen. Ihnen scheint gewiß, Manche sind Ihnen gut nach Ihrer

Abb. 144.
Bildstelle zu Aufsatz Nr. 1 (Kinder 10—11 Jahre). Prof. Arn. Böcklin. Ges. Ph. 1 Bl.

und freundschaftlich im Thema von Kenntnis eines Knaben gefunden und als 1921 war der Wunsch der Verwaltung des Zöglings von Wissen Ihnen Ihnen Ihn

Dicke eines Mannesarmes besaßen und mit mehr als hundert großen Saugnäpfen besetzt waren, deren jeder mit einer Kralle, so groß wie eine größere Raubthierkralle besetzt war, in die sich der Saugnapf bei einzelnen Tintenfisch-Familien umwandelt.

Aus dem in der Vorwelt bei ihrem eigenen Stamme nicht übertroffenen Umfang dieser Thiere dürfen wir wahrscheinlich den Schluß ziehen, daß die Cephalopoden den Gipfelpunkt der Entwicklung ihres Geschlechtes noch nicht überschritten haben und daß diese Formen neuerer Entstehung sind. Wir bemerken überall in der Erdgeschichte, daß die Lebewesen in der Periode, die ihnen das Dasein gab, ihren größten Leibesumfang erreichen und da wir größere Kopffüßler auch unter den Schalenbewohnenden nicht beobachtet haben, so dürfen wir in diesem, wenn auch nebensächlichem Umstande, eine Unterstützung der Ansicht sehen, daß diese Epigonen des Weichthierstammes mit der Zeit gehende Fortschrittler sind, keine Ueberbleibsel, die nicht mehr ganz in die Zeit gehörten. Man darf in ihnen vielleicht einen höchsten Ausdruck sehen, wie ihn das Meer an sich, dem thierischen Leben zu geben vermochte, denn in den meisten Beziehungen scheinen sie den Fischen überlegen zu sein. Schon die vielseitige Gliederung des Körpers giebt ihnen einen Vorzug. Ueber die geistigen Fähigkeiten ist es schwer, ein Urtheil zu gewinnen, aber die Ansichten der Alten, die den Achtfuß und die Sepien für ausnahmsweise schlaue Thiere, für die Füchse des Meeres hielten, haben sich in gar manchen Beziehungen bewahrheitet. Diese für das Thier sehr ehrenvolle Meinungen gründeten sich wohl namentlich auf seine Gewohnheit, im Trüben zu fischen, oder sich bei der Verfolgung in dunkle, aus seinem Tintenbeutel entleerte Wolken zu hüllen, ein freilich ziemlich alter Kunstgriff, den bereits frühe Vorfahren ausprobirt hatten. Wenigstens findet man bei ihnen bereits eine Tintenblase und gerade wie Cuvier mit der Sepia eben zerlegter Tintenfische ihre neu beobachteten lebenden Formen getuscht hat, konnte Buckland die Gestalt einiger vorweltlichen Formen mit ihrer vorweltlichen Sepia ausführen. Aber wir wissen, daß dieser Kniff schon den muthmaßlichen Vorfahren der Kopffüßler geläufig war (vgl. S. 354), obwohl sich in der Ausbildung eines besonderen Tintenbeutels entschieden ein Fortschritt gegenüber der das Wasser trübenden Hautausscheidung der Flossenfüßler ausspricht.

Neben diesem Mittel, sich den Verfolgungen zu entziehen, besitzen viele Arten, namentlich die der Achtfüßler (Octopus) ein weitgehendes Vermögen, durch sternförmige Fortläufer in die Oberhaut entsendende, mit flüssigem Farbstoff erfüllte Säckchen (Chromatophoren), die sich bald erweitern und bald zusammenziehen, sich der Farbe des jeweiligen Hintergrundes, vor dem sie auf Raub lauernd sich aufhalten, anzupassen. Gewöhnlich röthlich grau, wechselt die Farbe vom lichten Weiß, zu lebhaftem Roth und tiefen Schwarz und die Farbentöne laufen wie Wellen über den Körper. Bei einigen Arten ist der gesammte Leib mit Ausnahme der Schwanzflosse mit

Leuchtflecken bedeckt. Verany entwirft in seinem Prachtwerke über die Cephalopoden des Mittelmeeres eine begeisterte Schilderung von der Schönheit dieser Thiere. „Ein Fischer", sagt er, rief mich und zeigte mir einen an sein Netz festgeklammerten Segeltintenfisch (Histioteuthis Bonelliana); ich ließ ihn packen und in ein Gefäß mit Wasser werfen. In demselben Augenblicke genoß ich das erstaunliche Schauspiel der schimmernden Flecken, welche die Haut dieses schon durch seine Formen so ungewöhnlichen Kopffüßlers schmücken: bald war es der Glanz des Saphirs, der mich blendete, bald ein noch prächtigeres Farbenspiel von Topasschimmer, zu andern Zeiten verschmolzen diese beiden reichen Farbentöne ihr prächtiges Gefunkel. Während der Nacht strahlten die opalisirenden Punkte der Haut ein phosphorisches Licht aus, welches dieses Mollusk zu einem der glanzvollsten Geschöpfe der Natur erhebt."

Fig 249.
Histioteuthis Rüppelii von der Bauchseite gesehen.
Nach „la Nature".

Bei Untersuchung der Leuchtflecken einer verwandten, mit ausgestreckten Armen meterlangen Art, Histioteuthis Rüppelii (Fig. 249), die man aus 800 Meter Meerestiefe bei Nizza emporgezogen hatte, fand Joubin einen Bau, der demjenigen der Leuchtflecken gewisser Tiefseefische ähnlich ist. Man hatte diese Leuchtflecken, die bei den Fischen gewöhnlich reihenweise an beiden Seiten des Körpers stehen, früher als „Augen" bezeichnet, bis der Schreiber dieser Zeilen 1881 zeigte, daß sie den Bau von Lichtreflektoren besitzen, welche die im Brennpunkte eines Hohlspiegels entstehenden Phosphorescenzstrahlen mittelst einer Krystalllinse parallel machen und in die Ferne werfen. Bei unserm Tintenfisch haben die Beleuchtungsapparate, die den Körper wie ein gemustertes Kleid schmücken, einen noch — man möchte sagen — „raffinirteren" Bau. Die Leuchtflecken bilden nämlich nach der Längsrichtung des Körpers gestreckte Ellipsen, die nach dem unteren Ende hin einen tief in die Haut eingesenkten rundlichen Körper enthalten, den bei Tage tief schwarz erscheinenden Leuchtapparat. Er ist in eine schwarze spiegelnde Schicht eingebettet und liegt dem einen Brennpunkte, des bläulich irisirenden, leicht konkaven Fleckes nahe und die

Aegypter können bis zu dieser Höhe emporklettern, um von dem Gerüste aus ihre Arbeit fortzusetzen (Fig. 204 rechts). Es ist klar, daß ein solches Gerüst nicht ohne Gefahr ist, und daß es nicht lange Zeit stehen darf. Deshalb werden die Wände auf das Sorgfältigste ausgeführt, und es ist nicht zu verwundern, daß die Aegyptischen Maurer

Fig. 204.
Aegyptische Maurer.

bei ihrer Arbeit gerne packende Kurzweile treiben. Abwechselnd die Mörtelmasse in Kasten (Fig. 204 links) und Ziegel in Körben (Fig. 204 rechts) tragend, kommen sie einander auf der Leiter entgegen. Dabei ist es nicht selten vorgekommen, daß sie sich, wie Diodor erzählt, in Streit geriethen, und daß Einer dem Andern den Mörtel oder die Ziegel auf den Kopf warf. Ein Anderer, der sich ungerecht behandelt glaubte, ließ seinen Zorn an dem Nächsten aus, der ihm begegnete, und so entstand ein wüster Tumult. Um diesem zu steuern, ließ Sesostris, wie Diodor weiter berichtet, den Maurern, welche sich zankten, die Hände binden, und sie mußten so lange in dieser Stellung verharren, bis sie sich wieder versöhnt hatten.

Ein Gerüst, wie es zum Bauen der Pyramiden gedient haben mag, ist bei Beschreibung derselben, über das eine Inschrift-Tafel in Berlin Aufschluß gibt, bereits erwähnt worden. Es ist dies ein Gerüst, das sich um die ganze Pyramide herumzieht, und das Arbeiter auf verschiedenen Höhen zugleich benützen können. Ein solches Gerüst besteht aus einer Reihe übereinander liegender, kleiner Balkenlagen, welche durch Pfosten in ihrer Lage erhalten werden. Diese Balkenlagen werden nach Maßgabe des Fortschreitens der Arbeit immer höher gelegt, und

Von dem Fortpflanzungswege der vollkommensten Kopffüßler, zu denen unsre Argo und die achtfüßigen Seespinnen gehören, hat man mit Recht gesagt, es sei die keuscheste Form dieses Vorganges, welche die Natur zu erfinden vermocht habe. Bei dem Männchen des Papier-Nautilus und der verwandten Arten, die man als Philoneriden zusammenfaßt, entwickelt sich nämlich der eine, ursprünglich von einem Säckchen umhüllte Arm (Fig. 251 A) des dritten Paares (vom Rücken her gezählt) zu einem langen peitschenförmig ausgezogenen Arm (Fig. 251 B), der mit einer tiefen Hohlrinne

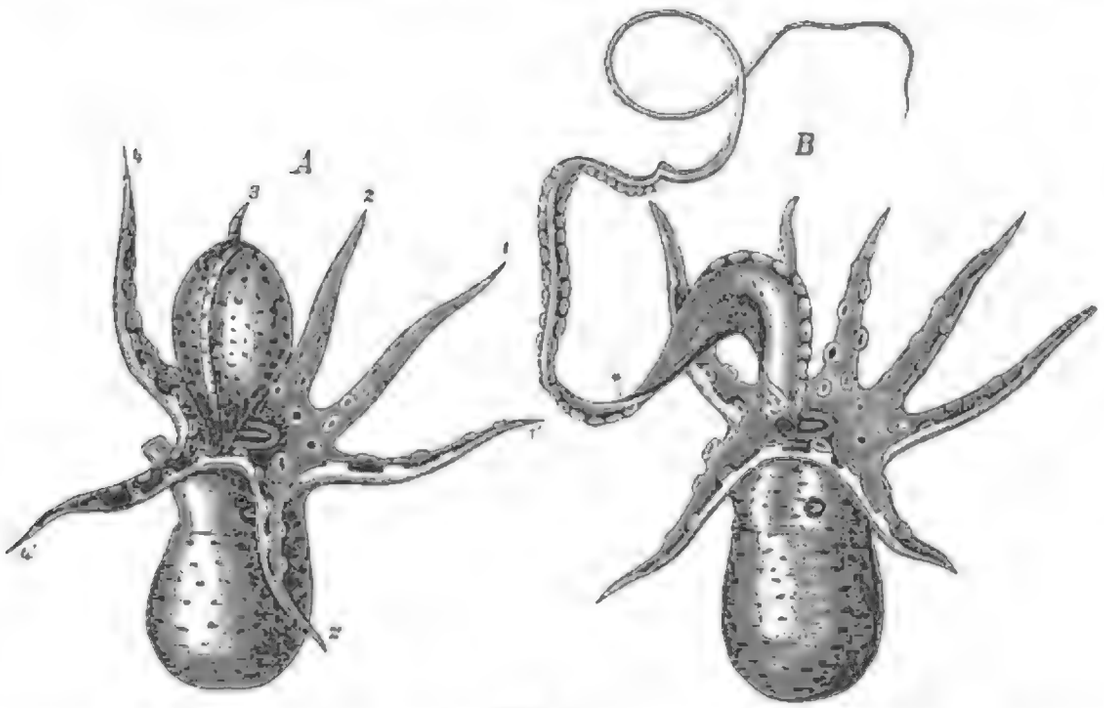


Fig. 251.
Argonauta Argo (Männchen). Bei A der sich bildende Hectocotylus vom Säckchen umschlossen, bei B frei. Die Zahlen bezeichnen die Armpaare, * die Abreißstelle des Hectocotylus. (Nach „Zeitschr. für wissenschaftliche Zoologie.")

versehen ist, um die Spermatophoren aus der Mantelhöhle des Männchens aufzunehmen, und in die des viel größeren Weibchens zu übertragen. Hierbei reißt er in der Regel ab, und man findet den sich noch tagelang bewegenden Arm nun im Mantel des Weibchen, wo man ihn für einen Schmarotzerwurm hielt, den Delle Chiaje Haarkopf (Trichocephalus) und Cuvier den Hundertnapf (Hectocotylus) nannte, wobei man die Aehnlichkeit des vermeintlichen Schmarotzerwurms mit dem ähnliche Saugnäpfchen besitzenden Wirthe bewunderte. An der Stelle des abgerissenen Armes der Philoneriden bildet sich zunächst ein Hautsack, in welchem sich ein neuer Hectocotylus entwickelt.

Das mächtige Auge der in ihrem Elemente manchmal gefährlichen, außerhalb desselben ohnmächtigen größeren Polypenarten, welches dem Fischer in einem recht unheimlichen Glanze entgegenfunkelt und viel zur

Entstehung der Krakensagen beigetragen hat, wurde in neuerer Zeit wegen seiner allgemeinen Aehnlichkeit mit dem Wirbelthierauge als ein angeblicher Beweis gegen die Richtigkeit der Darwinschen Theorie in's Feld geführt. Man wies nämlich darauf hin, daß die natürliche Zuchtwahl in zwei so durchaus unabhängig von einander entwickelten Thierstämmen, wie Weichthiere und Wirbelthiere es sind, doch nicht zweimal ein so völlig übereinstimmendes Organ hätte hervorbringen können. Darauf wäre zunächst zu erwiedern, daß in sehr verschiedenen Thierklassen ähnliche Organe auftreten, z. B. zusammengesetzte Augen bei Gliederthieren, Weichthieren und Stachelhäutern, Kiemen bei Wasserthieren der verschiedensten Klassen u. s. w. Die Bedingungen in unserem Falle waren insofern ähnlich, als das Wirbelthierauge vom Lichtstrahl ebensowohl im Wasser erweckt wurde, wie das Weichthierauge. Auch sonst ist der Entwicklungsweg, auf welchem zunächst auf der Haut der Urthiere ein Farbenfleck entsteht, dann ein durchsichtiger Glaskörper darüber, der sich zur Linse ausbildet, im ganzen Thierreich der nämliche und man sollte eher erstaunen, daß dadurch in einigen Fällen zusammengesetzte, in andern einfache Augen hervorgebracht werden. Man betrachtet solche ohne gemeinsame Herkunft in verschiedenen Klassen entstandene ähnliche Organe als die Ergebnisse einer nach gleichen Richtungen wirkenden convergenten Züchtung, z. B. die Greifzangen der Moosthiere und Stachelhäuter (S. 292 und 323), die Flossen der Fische, Ichthyosaurier und Wale, die Fühler der Insekten und Fühlfäden der Fische u. s. w. Wir begegnen in allen Thierklassen solchen durch ähnliche Bedürfnisse und übereinstimmende Lebensbedingungen hervorgebrachten Form-Annäherungen, die mitunter den ganzen Körperbau betreffen, wie z. B. die Uebereinstimmungen fliegender Eidechsen der Sekundärzeit mit Vögeln, oder diejenigen ausgestorbener Raubreptile mit Raubsäugern, deren eigenthümliches Gebiß jene gleichsam vorwegnahmen. Trat diese denselben Zielen zutreibende, convergente Züchtung bei näher verwandten Thieren, z. B. bei zwei Weichthieren in Wirksamkeit, so kann es unter Umständen sehr schwer werden, die dadurch hervorgebrachte Aehnlichkeit von einer wirklichen Blutsverwandtschaft zu unterscheiden. Im Uebrigen ist die Analogie zwischen dem Auge der höchsten Weichthiere und dem der Wirbelthiere, welche uns zu diesen Bemerkungen Anlaß gab, keineswegs eine so vollkommene, wie Mivard geglaubt hat, als er darauf seine Einwürfe gegen die Darwin'sche Theorie begründete; es finden sich vielmehr sehr bedeutsame Bildungsunterschiede, welche die typischen Trennungsmerkmale dieser beiden Stämme auch in der Bildung der Augen ausdrücken.

XI.

Vom Vielfüßler zum Sechsfüßler.

(Gliederfüßler.)

(Schaun wir durch der Forschung Fenster)
In das alte Schattenreich,
Sehen wir da statt Gespenster
Wesen, die den jetz'gen gleich;
Sehen nicht des Pluto Schrecken,
Sphinxe und Harpyenbrut,
Nicht Chimären Flammen lecken
In der Hölle Feuergluth.

In dem Rasen zirpen Grillen,
Die Cicade singt im Hain,
Heimchen ihre Lieder schrillen
An dem sonn'gen, trocknen Rain!
Diese kleinen Musikanten
Spielen auf an Seesstrand,
Rufen fröhlich den Verwandten
Durch das menschenlose Land.

Nein! in diesen stillen Räumen,
Wo man sich den Orkus denkt,
Sehn wir tausend Wesen träumen,
Tief in ew'gen Schlaf versenkt.
Haben einst die Welt genossen,
Unter'm blauen Himmelszelt.
Jetzt sind sie in Fels verschlossen
In der schwarzen Unterwelt.

Oswald Heer.

Vorstehende Verse des ausgezeichneten Erforschers der vorweltlichen Insekten beziehen sich auf die bis vor wenigen Jahrzehnten allgemein verbreitete Annahme, daß diese Thiere sehr früh diejenige Körperbildung erreicht hätten, über welche sie noch heute wenig hinausgekommen sind, so daß entgegen dem Befunde in den anderen Thierklassen seit der Steinkohlenzeit nur geringe Veränderungen in ihrem Körperbau vorgegangen wären. Ein geistreicher Forscher hatte sie nach diesem langen Beharren auf früh erreichter Vollkommenheitsstufe bildlich als die „Chinesen der Thierwelt" bezeichnet. Fortgesetzte Untersuchungen und genaueres Beschauen dieser meist in einem traurigen Zustande auf unsere Zeit gekommenen Reste haben aber gezeigt, daß die Insekten und die gesammte Klasse der Gliederfüßler, zu der sie gehören, durchaus keine Ausnahme-Stellung unter den übrigen Klassen des Thierreichs einnehmen, da sie ebenfalls einer sehr starken Umbildung und Entwicklung seit ihrem ältesten Auftreten unterworfen waren und daß von ihnen vielleicht weniger alte Formen, sog. Dauertypen lebend bis auf unsre Zeit gekommen sind, als unter den

Würmern, Stachelhäutern und Weichthieren. Der Schein einer nahen Verwandtschaft mit lebenden Formen hatte, soweit die ältesten Insekten in Frage kommen, getäuscht.

Das Volk der Gliederfüßler oder Arthropoden, welches an Artenzahl alle übrigen Klassen des Thierreiches übertrifft, hat von den Ringelwürmern (Anneliden), unter denen wir seine Ahnen zu suchen haben, den in mehr oder weniger Querstücke mit fast selbstständiger Verwaltung gesonderten Wurmkörper und das jene Unterabtheilungen zu einer höhern Einheit verschmelzende Bauchmark geerbt, welches letztere sie von dem, einen verwandten Ursprung und eine ähnliche Quertheilung besitzenden Kreise der Rückenmarks- oder Wirbelthiere am durchgreifendsten unterscheidet. Die vielen Tausende hierher gehöriger Thierarten, mögen wir sie nun als Krebse, Spinnen, Tausendfüßler oder Insekten bezeichnen, kommen, trotz der Mannigfaltigkeit ihres äußern Aussehens, immer wieder auf denselben Grundplan zurück, gerade als wenn das unzählige Nationalitäten vorführende Gewühl eines Familien-Maskenballes nach der Demaskirung als enger Familienkreis erkannt wird. Wir haben (S. 285) gesehen, daß unter den Querstücken der Ringelwürmer jedem einzelnen seine eigenen seitlichen Bewegungs-Organe zukommen, ebensogut wie es seine eigenen Magensäcke, Gehirne und Fortpflanzungsorgane besitzt. Bei ihren Nachkommen erhielten aber die Füße eine Gliederung in Schenkel-, Schienbein-, Fußabschnitte u. s. w., worauf sich der Name Gliederfüßler (Arthropoden) bezieht. Die damit ursprünglich gegebene, von vielen Krebsthieren bewahrte Vielfüßigkeit der Stammeltern erhielt sich unter den Insekten nur noch bei den sogenannten Tausendfüßlern, während bei fast allen übrigen Arthropoden eine stärkere Beschränkung der Glieder- und Fußzahl eingetreten war. Man kann sich denken, daß dem mit so zahlreichen Füßen kriechenden Wurmkörper zunächst die hintersten durch Nichtgebrauch verkümmerten, das Ahnenthier erhielt einen Hinterleib oder Schwanz dadurch, daß die hintersten Ringel ihre seitlichen Bewegungsorgane verloren. An den vordersten, dem Kopfende nächsten Ringeln fand dagegen eine Umbildung der Füße zu Fühlern, Kiefern und Freßzangen, die zum Ergreifen der Nahrung dienen konnten, statt, nur die Brustringel behielten ihre Füße unveränderlich als Bewegungs-Organe, und so vollzog sich die in dem äußern Skelett der meisten Insekten so deutlich ausgedrückte Trennung in Kopf-, Rumpf- und Hinterleibsringel, zu denen bei den Krebsen noch Schwanzringel kommen. Durch diese Trennung in Kopf-, Brust-, Hinterleibs- und Schwanz-Ringel mit gesonderten Lebensaufgaben wurde das Kettenthier, was in manchen Fällen (z. B. im Ringelwurm) gleichsam keine Mitte und kein Ende hat, erst wieder zu einem Einheitsthier von großer Zukunft. Aller weitere Fortschritt offenbart sich hinfort in einer Sonderverwendung der einzelnen Ringel und ihrer Seitenanhänge. Die mehr oder weniger weitgehende Verschmelzung von Kopf- und Brust-

ringeln, die Umbildung der Füße in Zangen oder andere Greiforgane, die Ausgliederung derselben bringt eine wahre Unerschöpflichkeit der Formen trotz des im Allgemeinen sehr beständigen Grundrisses hervor.

Von den nicht nur den Krebsen, sondern auch den übrigen Arthropoden gemeinsamen Urahnen, den Borstenwürmern (Chätopoden), scheinen alle Angehörigen die Eigenthümlichkeit ererbt zu haben, ihren Gliederbau mit einem hornartigen, stickstoffhaltigen Panzerstoff (Chitin), der sich bei Wasserthieren oft durch Einlagerung von Kalktheilchen noch mehr verhärtet, einzuhüllen, und dadurch die Ausbildung eines inneren Skelettes zur Stützung der Muskeln ganz unnöthig zu machen. Damit aber dieser Panzer die freie Beweglichkeit der Gliedmaßen nicht hindere, setzt er sich wie der Stahlpanzer des Kriegers, meist aus einzelnen, durch Gelenke verbundenen Platten, Ringen und Schienen zusammen, welche die Gliederung des Körpers nach außen nur um so schärfer hervortreten lassen. An denjenigen Theilen freilich, die eine Gelenkigkeit nicht erforderten, oder wo auch die Weichtheile, d. h. die einzelnen Leibesringel, zu einem zusammenhängenden Kopf- oder Brustttheil verschmolzen, deckte auch wohl ein dem Helm und Brustharnisch der Ritter vergleichbares, zu einem Stücke verschmolzenes Kopf- und Brustschild mehrere Querstücke auf einmal.

Diese Wappnung aller Gliedfüßler gemahnt anscheinend immer noch an das Meer, ihre Urheimath, in welchem die meisten Bewohner wegen des immerwährenden Kampfes Aller gegen Alle eine Schale, einen äußern Panzer, oder wenigstens ein Schuppenkleid ausbilden. Naturgemäß müssen wir die meerbewohnenden Gliederfüßler, die Krustaceen oder Krebse als die Patriarchen ihres Stammes betrachten, da die übrige Sippschaft erst nach der Ausbildung einer Festlandsflora auftreten konnte. Es sind die geharnischten Nachkommen einer eisernen Urzeit. Die Krebse bieten eine größere Mannigfaltigkeit einschneidend ungleicher Formen, als das ganze übrige Gliederfüßlerreich zusammen genommen; der Grundriß war bei ihnen noch nicht fest umgrenzt, sondern schwankte wie bei den Ringelwürmern in weiten Grenzen. Die Zahl der Körperabschnitte (Metameren) wechselte bei den ältern und niedern Krebsen, den Trilobiten und Blattfüßlern von 15 bis 60 Stück, und mit ihnen die Zahlen der Seitenanhänge, die sich erst bei den höheren Krebsen (und ähnlich bei den Insekten) fixirten, so daß dann nur noch 5 (und 3) eigentliche Fußpaare übrig blieben. Auch ist bei den ältern Krebsen die Scheidung der Kopffüße von den Rumpf- und Hinterleibsfüßen noch nicht so streng durchgeführt, die letzteren dienen noch nicht ausschließlich als Bewegungsorgane, sondern werden auch als Kiementräger, Eierhalter und zu andern Zwecken benutzt, bei einigen tragen die Beine auch Augen.

Man kann die Krebsthiere eintheilen in Schildthiere oder Altkrebse (Paläostraken) mit einem Fühlerpaar vor dem Munde, die bis auf eine einzige Gattung gänzlich ausgestorben sind, und eigentliche Krebse

(Autostraken) mit zwei Fühlerpaaren vor dem Munde, die in unendlicher Mannigfaltigkeit heute leben. Unter den Altkrebsen sind wiederum die Dreilappkrebse (Trilobiten), die ältesten, welche man kennt, da sie bereits in den kambrischen Schichten einen ansehnlichen Prozentsatz der gesammten Thierwelt bildeten, sogar schon in unterkambrischen Schichten Abdrücke ihrer Rückenschale zurückgelassen haben sollen, später aber in den silurischen Meeren in Hunderten von Arten vertreten waren. Man nennt sie häufig Urkrebse, obwohl sie vielleicht nur einen zur Herrschaft gekommenen Seitenzweig unter den verschiedenen Linien des Geschlechtes darstellen. Wer diese Thiere nicht in guten Versteinerungen gesehen hat, wird sich die beste Vorstellung machen, wenn er ihre Erscheinung großen Kellerasseln vergleicht, mit denen viele der jüngeren Arten auch die Gewohnheit gemein hatten, sich im Tode kuglig zusammenzurollen (Fig. 252). Falstaff hatte seinen Meister im sogenannten Sichtodtstellen also vielleicht bereits auf den ältesten Kampfplätzen der Welt. Die bei den Asseln, welche wir im Sommer beinahe unter jedem größeren Steine der Feldmark finden, kaum angedeutete Dreitheilung des Körpers, durch der Mittel-

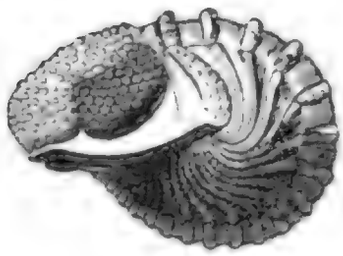


Fig. 252.
Phacops latifrons. Aus devonischem Kalkstein der Eifel.

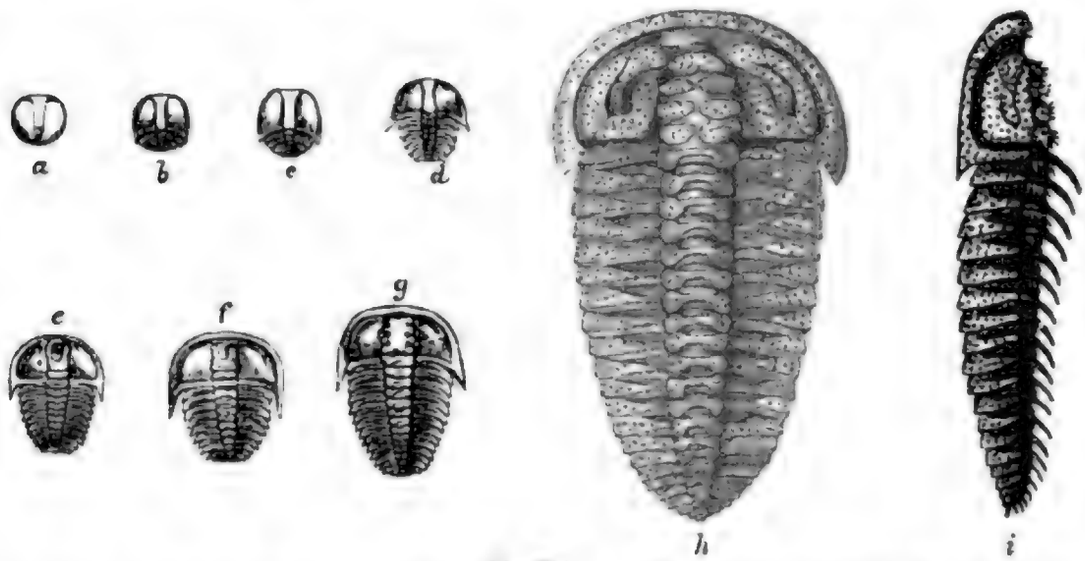


Fig. 253.
Sao hirsuta aus dem untersilurischen System Böhmens. a erstes Entwicklungsstadium (Vergrößerung $^6/_1$). b und c zweites und drittes Stadium ($^5/_1$), d, e, f und g weitere Stadien ($^4/_1$). h und i das ausgewachsene Thier in Profil- und Seitenansicht (schwach vergrößert). Nach Barrande.

linie parallel laufende Längsfalten, schneiden bei den Trilobiten tief ein, und theilen den ganzen Körper damit in die drei Lappen, welche ihnen den Namen gegeben. Ihre noch unverlöschte Blutsverwandtschaft mit den die Quergliederung bis in's Unbestimmte fortsetzenden Ringelwürmern ver-

rathen die Trilobiten alsbald durch die nicht nur bei verschiedenen Arten der Sippschaft, sondern sogar in den Altereszuständen desselben Thieres wechselnde Zahl der Querstücke, die öfter, wie auch bei den heutigen Krebsen durch Nachsprossen zunahm. Von einem in den Silurschichten Böhmens häufig vorkommenden, kleinen Trilobiten (Sao hirsuta, Fig. 253) kennt man der äußern Rücken-Ausprägung nach, die gesammte Entwicklungsgeschichte, wie wir sie sonst nur bei lebenden Thieren verfolgen können, und beobachtet dabei so durchaus unähnliche Gestalten, daß man ganz verschiedene Thiere vor sich zu haben meinen würde, wenn nicht die Zwischenstufen vorhanden wären. Man sieht daran, wie beim ersten Stadium (a)

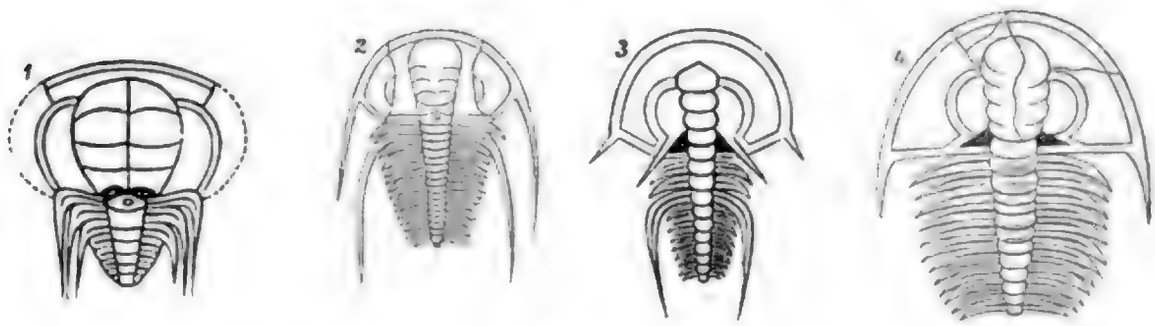


Fig. 254.
1 Hydrocephalus saturnoides (1/1). 2 Paradoxides spinosus (1/1). 3 Olenellus asaphoides, jüngere Larve (1/1). 4 Weiter entwickelte Larve desselben Trilobiten. (Schematisch.)

noch gar keine deutliche Grenze zwischen Kopfschild und Rumpf und keine Spur von Segmentbildung vorhanden war, wie dann die Zahl der Segmente sich in ähnlicher Weise, wie wir bei den Larven jetztlebender Krebse sehen, allmälig vermehrte, bis die Endzahl erreicht war. Bei der in Rede stehenden Art sind zuletzt regelmäßig siebzehn Abschnitte vorhanden, während andre Arten zum Theil beträchtlich weniger, oder beträchtlich mehr Segmente ausbildeten, deren Zahl bei derselben Art (im ausgewachsenen Zustande) so beständig ist, daß sie unter den Artkennzeichen eine Stelle einnimmt. Durch diese Sprossungs-Entwicklung erinnern die Trilobiten sehr an gewisse Borstenwürmer (Chätopoden), bei denen es noch heute unter den sog. Seeraupen ihnen in der allgemeinen Erscheinung nahe kommende Gattungen, wie Hermione und Pontogenia giebt, von deren Vorfahren man sie und die Krebsthiere überhaupt ohne Schwierigkeit herleiten kann.

Da bei vielen Trilobiten solche Larvenformen erhalten sind, so hat man darnach auch Abstammungs-Schlüsse ziehen können, eine Möglichkeit, die bei fossilen Thieren ein besonderes Interesse beanspruchen darf. Bei einer Anzahl von Formen, namentlich älterer Geschlechter, sind die Seitentheile (Pleuren) in lange, gegen das Schwanzende zurückgebogene Dornen oder Stacheln ausgezogen. Nun kommen aber stachellose Arten vor, deren Jugendformen ein oder mehrere starke Stachelpaare zeigen. So hat denn

S. W. Ford aus den langdornigen Jugendformen der Arten des nordamerikaniſchen Trilobitengeſchlechts Olenellus (Fig. 254$_3$) den nicht unwahrſcheinlichen Schluß ziehen können, daß ſie die Nachkommen der in älteren europäiſchen Schichten vorkommenden Paradoxides-Arten (Fig. 254$_2$) vorſtellen möchten, bei denen dieſe Dornen (oder ſogenannten verlängerten Rippen) zeitlebens lang hervorragen, während ſie bei der Weiterentwicklung der Olenellus-Arten bald zurückbleiben und den übrigen Rippen gleich werden. (Fig. 254$_4$.) Die Paradoxides-Arten leitet Ford aus analogen Gründen von den Waſſerkopf-Trilobiten (Hydrocephalus Fig. 254$_1$) der älteſten böhmiſchen Primordialſchichten ab, die ihren Namen dem Umſtande verdanken, daß bei ihnen der Leib gegen das ungeheuer große Kopfſchild faſt verſchwindet.

Ueber den weiteren Körperbau der Trilobiten ſind wir erſt durch die genauen Unterſuchungen der amerikaniſchen Paläontologen Walcott, Matthew und Beecher, denen ein vorzügliches Material in Geſtalt beſonders gut erhaltener Thiere zur Verfügung ſtand, im laufenden Jahrzehnt aufgeklärt worden. Durch Quer- und Längsſchnitte, ſowie anderweite Unterſuchungen an etwa 2000 Exemplaren von Calymene- und Cheirurus-Arten aus dem Trentonkalk gelang es zunächſt Walcott die bis dahin wenig bekannte Unterſeite der Thiere mit ihren Kopf-, Mund-, Rumpf- und Schwanzſtück-Anhängen zu rekonſtruiren. Wir ſehen auf der Unterſeite einer nach all dieſen Durchſchnitten u. ſ. w. gezeichneten Calymene-Art (Fig. 255) von oben herab, hinter dem bis zum Stirnrande reichenden, der Oberlippe der andern Krebſe entſprechenden, wie ein Wappenſchild geſtalteten Schalenſtück (Hypoſtom), den Mund, der mit 4 Paaren von gegliederten Mundfüßen umgeben war, von denen die drei vordern Paare mit ſchlankeren, das hintere mit breiteren Gliedern verſehen ſind. Vom Munde bis zum Hintertheil zog ſich, der auf dem Querſchnitt (Fig. 256) angedeutete Magen- und Verdauungskanal. Der Bauch war durch eine dünne Membran beſchützt, die durch verkalkte Querbögen, welche die Füße trugen, geſtützt war. An jedem Segment, des Rumpfes, wie des Schwanzſchildes (Pygidiums), welches aus feſter Vereinigung von zahlreichen Hinterſegmenten hervorgeht, befand ſich ein Fußpaar, ſo daß bei Calymene senaria 26 Stück ſolcher Fußpaare

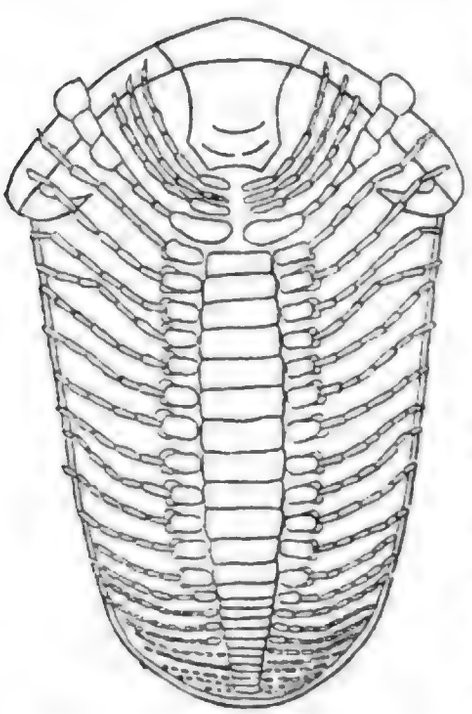


Fig. 255.
Schematiſche Reſtauration der Unterſeite von Calymene. (Nach Walcott.)

gezählt werden konnten. Die Füße waren Spaltfüße und zerfielen in 2 ungleiche Aeste, von denen der längere innere Ast (Endopodit Fig. 256 A) aus fünf oder mehr Gliedern bestand, von denen das letzte eine Kralle getragen zu haben scheint, während der äußere Zweig (Exopodit B) kürzer war und nur aus zwei bis drei Gliedern bestand. Diese Spaltfüße, welche die Trilobiten mit vielen heute lebenden Krebsen gemein haben, sind augenscheinlich eine Erbschaft von Ringelwürmern, bei denen sich nicht selten (z. B. bei Heteronereis) Rückenstummel und Bauchstummel so nähern (vergl. Fig. 166 A), daß sie zu einem Spaltfuß verschmelzen. Der Außenast des Krebsfußes entspricht dem Rückenstummel, der Innenast dem Bauchstummel, oder eigentlichen Fußstummel der Ringelwürmer. Zwischen diesen Spaltfüßen und den Seitentheilen der Rückenschale hefteten sich an den Basaltheil der Gliedmaßen einfache oder spiralige, in zwei Aeste vergabelte Fäden oder Bänder an (C), die wohl mit Recht als Kiemen gedeutet werden. Aehnliche Spiralkiemen finden sich noch bei einigen lebenden Angehörigen des Krebsstammes.

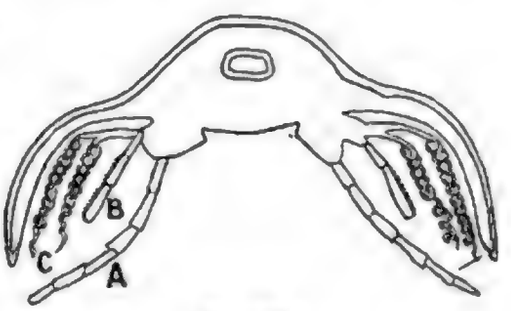


Fig. 256.
Querschnitt eines Rumpf-Segments von Calymene. Nach Walcott. (Restaurirt.)

Bis zum Jahre 1894 waren noch keine sichern Spuren, daß die Trilobiten auch Fühler besaßen, entdeckt worden. Aber damals fanden Matthew und Beecher in den obersiluriſchen Uticaschiefern von Rom (im Staate Newyork) ausgezeichnet erhaltene Versteinerungen eines andern Trilobiten (Fig. 257), bei denen ein Paar lange gegliederte Fühler, die zu beiden Seiten der Oberlippe befestigt sind, weit über das Kopfschild hinaus ragen. Zu beiden Seiten des Mundes befinden sich auch hier kurze mit breitem Basalstück versehene Füße, die als Kaufüße zu deuten sind, wie wir sie bald bei den Riesenkrebsen genauer kennen lernen werden. Die an den Körperabschnitten ebenfalls trefflich erhaltenen Spaltfüße, unterscheiden sich von denjenigen der vorigen Art dadurch, daß der Exopodit (e x) fast ebenso lang ist, wie der Endopodit (e n), und häufig mit borstenförmiger Wimperung versehen ist. Bei den Schwanzschild-Füßen werden die innern Glieder beider Fußzweige zu breiten Platten oder Lappen ausgedehnt. Spiralförmige Kiemen, wie bei der vorigen Art, scheinen bei dieser nicht vorzukommen, die Fußanhänge selbst dürften, wie bei den Branchiopoden als Kiemen gedient haben. Hinsichtlich ihrer systematischen Stellung hat man früher geglaubt, sie mit Burmeister den Blattfüßlern unter den heute lebenden niedern Krebsen unmittelbar annähern zu dürfen, allein Gerstäcker hat auf eine Reihe so auffälliger Unterschiede hingewiesen, daß man von einem sichern Anschluß an die übrigen Krebse, mit

Ausnahme etwa der Riesenkrebse (Gigantostraken) bei ihnen nicht sprechen kann und ihnen vorläufig ihre Sonderstellung als Urkrebse, ohne Betonung eines Ahnencharakters lassen muß.

Die Gegner der Entwicklungslehre haben oftmals auf den angeblich höchst zusammengesetzten Körperbau dieser Urkrebse, welche gleich an der Schwelle der Schöpfung und scheinbar ohne Vorbereitung in reicher Mannigfaltigkeit auftraten, hingewiesen, um daraus Beweise gegen die Annahme einer allmäligen Entwicklung der Thierwelt aus niedern Formen herzuleiten. Allein erstens können wir ja durchaus nicht wissen, wie zahlreiche Vorstufen auch diese Urkrebse in jenen ungeheuren Zeiträumen gehabt haben mögen, welche man die azoischen nennt, weil man keine Thierreste in ihren Schichten findet, und zweitens wäre noch zu beweisen, daß diese oft bis zur Länge eines Fußes vorkommenden Trilobiten der Urmeere in ihrer Organisation wirklich besonders hoch über ihre Ringelwurm-Ahnen hinausgeragt haben. Im Gegentheil läßt die Unbestimmtheit der Zahl ihrer Leibesabschnitte uns deutlich einen noch unfertigen Typus erkennen, eine flüssige Form, die noch in ihrer Fixirung begriffen ist. Wir dürfen daher auf keine besonders vorgeschrittene Arbeitstheilung bei den einzelnen Gliedmaßen schließen, von denen sich die vordersten noch nicht zu Kiefern umgebildet hatten, wie bei allen höherstehenden Krebsthieren. Insbesondere haben die „höchst vollkommnen Augen" der Trilobiten, welche zuweilen ebenso wie bei andern, heut lebenden Krustern gestielt waren und zu beiden Seiten das aus einem Stücke bestehende Kopfschild durchbrachen, die Aufmerksamkeit der Zweckmäßigkeitssucher in der Schöpfung auf sich gezogen. Sie haben sich aber nur durch die zuweilen auffallende Größe der Sehorgane der Trilobiten verführen lassen, diese Glotz-Augen (vergl. Fig. 252) auch für auffallend vollkommene Organe zu halten. Es sind aus zahlreichen, dicht an einander gedrängten einfachen Augen zusammengesetzte, sogenannte facettirte Augen (Fig. 258), wie wir sie als durch Erbschaft am ersten verständliche Stammeigentümlichkeit bei fast allen späteren Gliederfüßlern finden, und deren zusammengesetzten Bau wir mit den geringsten Hilfs-

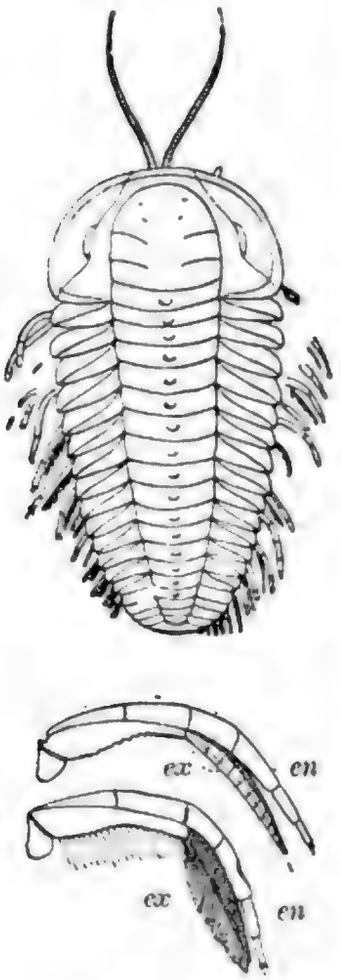
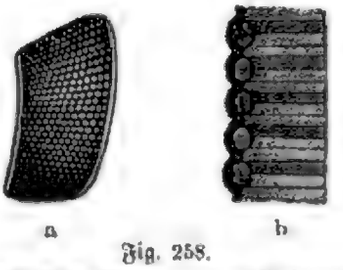


Fig. 257.
Triarthrus Becki Green.
Oben gut erhaltenes Exemplar mit Fühlern und Spaltfüßen in 2½facher Vergrößerung; unten zwei Spaltfüße noch stärker vergrößert.
(Nach Beecher.)
ex Exopodit, en Endopodit.

mitteln bei den glotzäugigen großen Libellen unserer Gewässer erkennen können. Man darf diese eigenthümliche Augenbildung der Gliederfüßler vielleicht als eine gesetzmäßige Folge der Neigung ihrer Oberhaut zur Inkrustirung ansehen, da das Auge und alle Sinnesorgane, wie wir wissen, zu den Oberhautbildungen gehören. Ob ein solches zusammengesetztes Auge einige hundert Linsen mehr enthält, als ein anderes, bietet durchaus keinen Grund, es für vollkommner auszugeben, dagegen giebt es es einen nicht zu verachtenden Fingerzeig für die Lebensweise der Trilobiten. Die vergleichende Naturforschung zeigt, daß Dämmerungs- und Nachtthiere größere Augen besitzen, als Tagthiere, um dem spärlichen Licht eine möglichst große Aufnahmefläche bereit zu halten. Die Lemuren unter den Säugethieren, die Eulen unter den Vögeln haben solche große Dämmerungsaugen und unsere eigene Pupille öffnet sich im Düsteren mehr als im Sonnenschein. Unter den Fischen und andern Seethieren hat man bemerkt, daß sie um so größere Augen haben, je mehr sie gewöhnt sind, in dämmernder Tiefe zu leben. Die Tiefseeforschungen unserer Zeit haben ein Krebsthier, das Wunderauge (Thaumops) an den Tag gebracht, bei welchem die Augen den vierten Theil der gesammten Körperoberfläche einnehmen. Geht man nun weiter, so findet man zur Begründung der Wahrheit, daß Augen und Licht sich gegenseitig bedingen, in völliger Dunkelheit, also z. B. in Erdhöhlen, auf dem in Nacht begrabenen Boden des Tiefmeeres u. s. w., die nächstverwandten Brüder sehender Tagthiere bis zur gänzlichen Vernichtung der Augen erblindet. Bei einem blinden Grottenkrebs (Troglocaris Schmidtii) sind nur die ganz jungen Thiere mit den sehenden Augen der im Lichte lebenden Ahnen versehen, bei den ältern sind die Augen, weil unnütz, verkümmert, und nur die Stiele derselben sind wie Fernrohre, die ihrer Gläser beraubt sind, übrig geblieben. Das heißt mit andern Worten: die Dunkelheit vernichtet das Auge ebenso, und auf demselben Wege, auf welchem das Licht diesen Sinn erweckte und seine Ausbildung förderte. Unter den Trilobiten trifft man ebenfalls neben den erwähnten großäugigen Arten völlig augenlose.



a b

Fig. 258.
Trilobiten-Augen a von Dalmanites Hausmanni, b von Asaphus im Durchschnitt, vergrößert.

Das läßt zwei Erklärungen zu: entweder waren die Trilobiten insgesammt Thiere der Tiefe, welche sich vielleicht von den dort angesammelten Leichnamen des Meers ernährten und zuweilen in solchen Tiefen lebten, daß ihnen die Sehorgane fast ganz entbehrlich wurden und deshalb in Folge des Nichtgebrauchs verkümmerten, oder ihr Zeitalter wäre im Allgemeinen ein finsteres gewesen, wie wir uns in geistiger Beziehung das Mittelalter vorstellen, und man hätte damals selbst in den obersten Schichten des Meeres ein großes Auge nöthig gehabt, um das spärliche Licht zu

verwerthen. Da uns eine so allgemeine Dunkelheit für die Schöpfung eines „sonnenhaften Organes" überhaupt nicht geeignet erscheint, stellen wir sie uns lieber als Tiefseethiere vor, welche auf dem Grunde des Meeres um die herabfallende Beute kämpften und dort sozusagen die Gesundheits-Polizei ausübten. Vielleicht verführt uns aber zu dieser Vorstellung der Trilobiten als einer streitbaren Macht der Urmeere nur ihre glänzende Rüstung, welche schon den alten Rollenhagen veranlaßte, Astach, den Flußkrebs, zum Feldobersten im Froschmäuse-Krieg zu ernennen, oder die Neigung der Krabben in geordneten Zügen zu marschiren, und ihre bekannte Liebhaberei für den Hautgoût abgelagerten Fleisches.

Fig. 259.
Limulus rotundatus aus den englischen Steinkohlenschichten.

Die Herrschaft der Trilobiten, welche sich ausbreiten konnte, so lange das Reich der Rückenthiere den Bauchthieren noch keine ebenbürtigen Gegner im Urmeere entgegenzustellen hatte, ist trotz der Unvollkommenheit ihrer Gliedmaßen doch die stolzeste Erinnerung in der Geschichte der Gliederthiere. Damals waren sie vielleicht die durch Rang und Zahl hervorragendsten Machthaber der Welt, aber es ging mit ihrer Herrschaft schnell zu Ende. Schon in den Meeren der Steinkohlenzeit suchen wir vergeblich nach jenem Reichthume an Krustenthieren, von dem die Silurmeere wimmelten. Hier finden wir die ältesten Urkunden von der Vernichtung eines ganzen mächtigen Geschlechtes in der Natur, jenes geheimnißvollen Vorganges des Auslebens und Aussterbens, welcher selbst in den historischen Zeiten bereits manche Thiere — wir erinnern an die Dronte und die Steller'sche Seekuh, den grimmen Schelch und den Biber — dahingerafft hat und dahinrafft. Aber hier ist es ein gesammtes großes Thiergeschlecht mit Hunderten von Arten und Millionen von Individuen, welches auf Nimmerwiedersehen vom Schauplatze abtritt. So weit zurück in der Erdgeschichte reicht der Beweis für den Satz, um welchen Pelagius zum Ketzer gemacht wurde, daß nämlich der Tod nicht erst durch Adam's Fall in die Welt gekommen ist. Schon in den devonischen Zeiten waren die Trilobiten in ihrer Machtstellung bedeutend heruntergekommen, in der Steinkohlenzeit finden sich nur noch einige betrübende Reste. Alle ihre Schlauheit, mit der sie durch Zusammenkugeln die weichern Theile den Angriffen der Feinde entzogen, half ihnen also nichts gegen die Macht des unwiderstehlichsten Gegners, der Zeit, und ihre Stunde schlug früh. Früher hat man geglaubt, daß die Trilobiten nicht nur durch das Aussterben ihrer eigenen Sippschaft, sondern sogar durch Vernichtung aller Zwischenglieder und Uebergangsformen heute gänzlich unvermittelt im System dastünden, uns demnach ein ewiges Räthsel bleiben müßten. Allein in den Moluckenkrebsen leben ihnen noch heute nähere Verwandte.

Die Erbschaft der Trilobiten übernahmen für eine kurze Zeit einiger-

maßen ähnlich gebildete Kruster, sogenannte Schwertschwänze (Xiphosuren), unter denen die Halbschildkrebse oder Hemiaspiden in ihrer äußern Erscheinung den Trilobiten zum Theil äußerst ähnlich waren, mehr als die Schildkrebse, (Limulus-Arten Fig. 259), von denen noch einige wenige Nachkommen ansehnlicher Größe, die sogenannten Moluckenkrebse oder Pfeilschwänze (Fig. 261) leben, um es klar zu beweisen, daß auch sie noch ziemlich unvollkommen den Krebstypus vertreten haben. Die am Munde sitzenden Füße sind nämlich auch bei ihnen noch nicht in eigentliche Freßwerkzeuge (Kiefer) umgebildet, sondern ihre stachlichen Hüften dienen zum Zerkleinern der Nahrung. Sie unterscheiden sich aber sehr auffällig dadurch, daß das Bruststück aus 5—7 Segmenten besteht, die allein Füße tragen, während der fußlose Hinterleib nur aus 3 beweglichen Segmenten und einem Schwanzstachel, oder aus letzterem allein besteht. Andrerseits zeigen sich in der Anatomie der Moluckenkrebse eine Anzahl Charaktere, die zu der Organisation der Skorpione hinüberdeuten, wie denn auch die Ausbildung eines einzigen Fühlerpaares, statt zweier, wie sie die eigentlichen Krebse zeigen, einen durchgreifenden Unterschied dieser gesammten Abtheilung der Urkrebse von den übrigen Krebsen anzudeuten scheint. Ray Lankester glaubt sich sogar durch die zahlreichen Uebereinstimmungen, die er im Muskel- und Nervensystem, im Bau der Augen u. s. w. bei Moluckenkrebsen einerseits und Skorpionen, sowie anderen Spinnenthieren andrerseits aufgefunden hat, zu der Behauptung berechtigt, daß die ersteren von den Krebsen überhaupt zu trennen und den Arachniden zuzurechnen seien, daß die Moluckenkrebse und ihre sogleich zu erwähnenden Verwandten im Wasser lebende Urspinnenthiere seien. Diese Auffassung kann aber nur insofern anerkannt werden, als man allerdings Krebs- und Spinnenthiere von gemeinsamen Ahnen abzuleiten hat, weshalb eben in den Urkrebsen noch ein gut Theil von Spinnen-Charakteren mitenthalten waren, die den jüngern Krebsen verloren gegangen sind. Denn die Moluckenkrebse sind ebensowohl, wie es die Trilobiten waren, Blatt- oder Kiemenfüßler, und ihre Kiemenfüße liegen zu sieben Paaren unter dem Kiemendeckel (f g in Figur 261) verborgen. Ihre Larve geht durch ein von Packard und Dohrn beobachtetes Stadium hindurch, in welchem sie in der Dreitheilung ihres Körpers (Fig. 260) sowie in manchen andern Eigenthümlichkeiten den Trilobiten und den Halbschildkrebsen gleicht. Sie ist dann eine Rückenschwimmerin, gleich vielen Blattfüßlern, und der Schwanzstachel, der dem erwachsenen Thier weniger zur Waffe, als zum Umwenden dient, wenn es

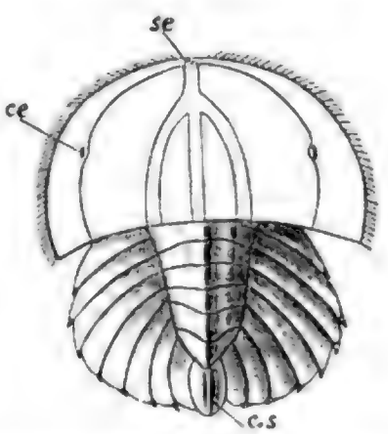


Fig. 260
Larve des Moluckenkrebses im Trilobitenstadium.
cs Schwanzstachel, ce zusammengesetztes, se einfaches Auge.

auf den Rücken gefallen ist, zeigt sich dann erst kaum angedeutet. In der nächsten Larvenstufe verschwinden die Segmente des Schwanzschildes und bleiben blos noch auf der Mittelwulst angedeutet und dann entwickelt sich der Schwanzstachel. Dieselbe Abstammungslinie, die wir hier aus der Larven-Entwicklung erkennen, lehrt uns die Paläontologie, indem sie uns in den Hemiaspiden oder Belinuriden, (wie namentlich in Belinurus regina und Prestwichia rotundata) Urkrebse vorführt, die mit vollständig

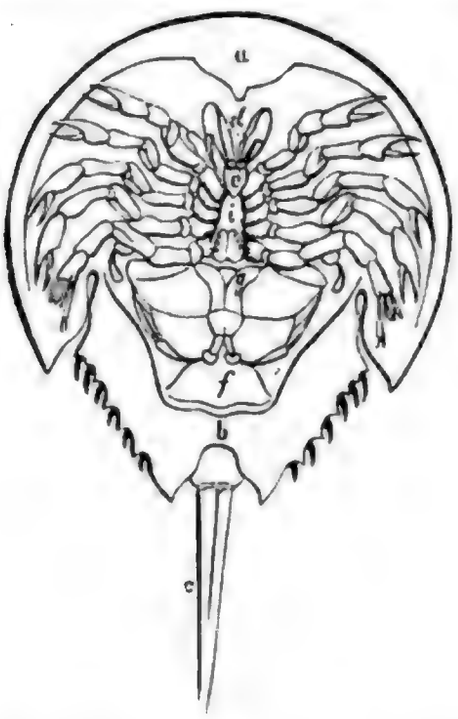


Fig. 261.
Moluckenkrebs (Limulus Polyphemus), (Bauchseite) 1/3. a Kopfbrustschild, b Bauchschild mit beweglichen Seitenstacheln, c beweglicher Schwanzstachel, d scheerenförmige Fühler der herzförmigen Oberlippe (e), i kieferloser Mund mit fünf Paar Scheerenkiefern (Kaufüßen), f, g Kiemendeckel.

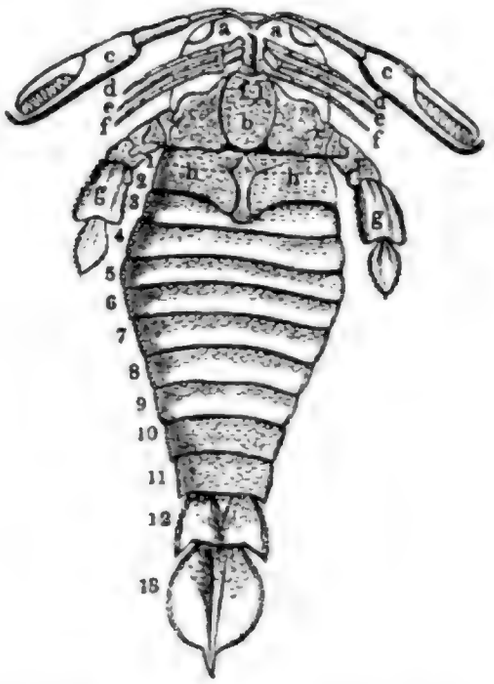


Fig. 262.
Restauration von Pterygotus anglicus (Bauchseite). a Augen und Unterlippenplatte, c Scheerenfühler, d, e und f Kiefertaster, g Ruderfüße, deren Schenkel als Kaufüße dienten, h Genitalplatten, 1—13 Leibesringe.

trilobitenartiger Gliederung den Schwanzstachel und andere Kennzeichen der Limuliden verbanden. Der Beiname des noch heute lebenden Moluckenkrebses (Polyphemus) bezieht sich auf zwei, wie bei dem Kiemenfüßler Apus dicht zusammen an der Mittellinie des Rückens belegene Punktaugen, die neben den beiden gewöhnlichen, zusammengesetzten Seitenaugen in Thätigkeit sind. Sie erinnern an die Mittelaugen vieler niederer echter Krebse (Entomostraken) und der Larven höherer Krebse (Malakostraken), so daß darin ein gewisser Zusammenhang der Alt- und Neukrebse doch wieder hervortritt. Auf eine fernere recht merkwürdige Eigenthümlichkeit dieses Ueberbleibsels der Vorzeit haben F. Gotsch und J. P. Laws in neuerer Zeit aufmerksam gemacht, nämlich darauf, daß der Moluckenkrebs in seinem

Blute nicht, wie die meisten heute lebenden Thiere, Eisen, sondern Kupfer in Verbindung mit Proteinstoffen enthält.

Als den Moluckenkrebsen verwandte Thiere müssen auch die ausgestorbenen Riesenkrebse (Gigantostraken) gedeutet werden, von denen eine in der Devon-Zeit lebende Art, welche die schottischen Bergleute wegen ihrer vermeintlichen Engelsgestalt Seraphim (Fig. 262) nennen, die im

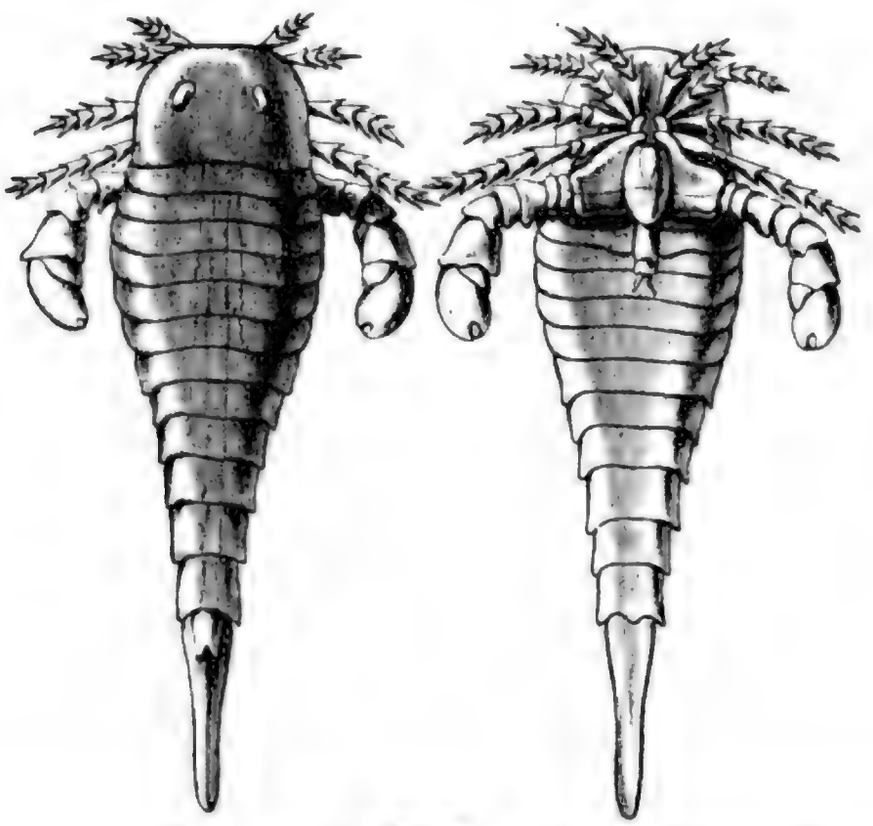


Fig. 263.
Eurypterus remipes aus dem Obersilur von Oesel. Obere und untere Ansicht in natürlicher Größe.

Krebsreiche unerhörte und im gesammten Gliedfüßler-Verbande nicht wieder erreichte Länge von zwei Metern besaß. Aber trotz dieser Hünengestalt war die Umbildung der Gliedmaßen nur eine unvollkommene, wenn sich auch bei ihnen, mehr als bei den meisten andern Altkrebsen, ein Unterschied von Greif- und Ruderfüßen ausgebildet hatte. Aber es kam damit nicht zu einer Fingerbildung wie bei den Wirbelthieren, sondern nur zur Ausbildung einer Scheere, die man mit einer im Faufthandschuh steckenden Hand vergleichen darf, bei der nur der Daumen frei beweglich ist. Bei dem skorpionsartigen Seraphim waren diese Scheeren, wie auch bei manchen jüngern Krustern, mit Zähnen ausgestattet und es bildete sich damit also ein Unterschied zwischen vordern und hintern Bewegungsgliedmaßen heraus, denn in der Regel tragen nur ein oder einige der vordern Gliedmaßen-Paare Scheeren. Die damals mehr als ein Schock Arten umfassenden

Rieſenkrebſe ſtarben aber bereits ſammt den Schildkrebſen bis auf wenige Ueberbleibſel mit den letzten Trilobiten zugleich aus, das Reich der Altkrebſe war zu Ende. Denjenigen, welche ſich nicht entſchließen wollen, im Reiche der Krebsthiere einen Fortſchritt anzuerkennen, ſei an ihrem Grabe noch geſagt, daß von einer Umbildung der vorderen Gliedmaßen-Paare in eigentliche Kiefer nicht die Rede iſt, weshalb man die Rieſenkrebſe mit den Schwertſchwänzern (Hemiaspiden und Limuliden) auch zur Unterklaſſe der Kaufüßler (Merostomata) zuſammenfaßt. Wie die Trilobiten, ſo waren auch die Angehörigen dieſer zweiten Abtheilung der Altkrebſe unter ihrer Sippſchaft nur niedrig organiſirte Glieder. Beſonders deutlich iſt dieſes heut embryonale Verhältniß bei einer kleineren Art der ausgeſtorbenen Rieſenkrebſe (Eurypterus remipes, Fig. 263) ausgeprägt. Sie verbanden mit dem Oberkörper eines Trilobiten den Schwanzſtachel der Schwertkrebſe und bei ihnen erſcheinen die ſämmtlichen Anhänge des Kopfſtückes noch völlig gleichgeſtaltet, ohne zu Fühlern, Kiefern und Mundfüßen umgebildet zu ſein, wie bei allen höhern Krebſen. Die Eurypterus-Arten beſaßen außerdem ein kammartiges Organ, welches unmittelbar an die Kämme der Spinnen und Skorpione erinnert, weshalb man dieſe Thiere in neuerer Zeit auch für eine Sippſchaft von wieder ins Waſſer gegangenen Skorpionen hat anſehen wollen. Allein es dürfte jedenfalls einfacher ſein, die Skorpione von an's Land gegangenen Urkrebſen abzuleiten.

Neben den Schildthieren oder Altkrebſen, von denen bisher die Rede war, traten in ſehr alten Schichten bereits eigentliche Krebſe (Autoſtraken oder Karidonier) auf, die ſich von den Schildthieren durch den Beſitz zweier Fühlerpaare vor dem Munde unterſcheiden, während dieſe, wie ſchon erwähnt, nur ein Fühlerpaar beſaßen. Außerdem ſollen erſtere vor dieſen durch den Alleinbeſitz der ſogenannten Nauplius-Larve ausgezeichnet ſein, obwohl Willemoes Suhm eine ſolche, oder doch eine ſehr ähnliche Form auch bei dem Moluckenkrebs beobachtet haben wollte. Mit dieſer Nauplius-Larve hat es nun eine eigene Bewandtniß und wir müſſen zum Verſtändniß des Folgenden etwas weiter ausholen. Unter dem Schwarm mikroſkopiſcher und faſt mikroſkopiſcher Thiere, die an der Oberfläche des Meeres treiben und den thieriſchen Beſtandtheil derjenigen Lebensformen darſtellen, die man jetzt als Plankton oder Auftrieb bezeichnet und in denen man die Hauptnahrung des Waſſers für kleinere Thiere erblickt, findet das geſchärfte Auge des Forſchers, trotz ihrer vorwiegenden Durchſichtigkeit bald eine Gruppe kleiner Sechsfüßler heraus, die ſich durch eine eigenthümlich zitternde Bewegungsweiſe von den andern unterſcheidet. Es ſind junge Krebslarven, die der däniſche Zoologe O. F. Müller für Arten einer beſonderen Thiergattung hielt und Nauplius nannte, von denen man aber nunmehr weiß, daß ſie ſich trotz ihrer gegenſeitigen Aehnlichkeit zu ſehr verſchiedenen Arten des vielgeſtaltigen Krebsthierreiches entwickeln können. Man glaubte früher, daß nur Kleinkrebſe aus ihnen hervorgehen könnten,

Entwicklung einer Cyrtocrinide (Pentacrinus).
A Ansicht von der Seite. B Ansicht von oben. C Ansicht von unten. Nach einem Modell von

aber Fritz Müller-Desterro sah, daß auch Krebse aus der Gruppe der Garneelen, die zu der höchststehenden Krebsordnung der Zehnfüßler (Dekapoden) gehören, aus solchen Nauplius-Larven hervorgehen. Betrachten wir mit Hilfe der Tafel: „Entwicklung einer Seegarneele", diesen Vorgang näher, so sehen wir, daß der aus dem Ei geschlüpfte, noch panzerlose Nauplius derselben (A), wie alle seine Genossen, drei Beinpaare besitzt, einen von schildförmiger Kappe überwölbten Körper mit einem Mund, der ohne alle Kauwerkzeuge bleibt, und auf der Stirn ein einfaches unpaares Auge, in den meisten dieser Kennzeichen an Angehörige niederer mikroskopischer Krebsthiere aus den Ordnungen der Blatt-, Kiemen- oder Ruderfüßler (Copepoden) erinnernd, die man wegen dieses einfachen Auges Cyclops, Polyphem u. s. w. getauft hat. Aber diese Larve verhält sich ähnlich wie der sogenannte Kopf (Skolex) gewisser Eingeweidewürmer, indem hinten neue Abschnitte mit neuen Beinpaaren hervorsprossen, wodurch eine Larvenform entsteht, die man früher ebenfalls für eine besondere Thiergattung (Zoëa, B.) hielt, bis Vaughan Thompson ihre Bedeutung als Durchgangsform höherer Krebse erkannte. In ihrer ganzen Gestalt gleicht sie noch immer gewissen Kiemen- oder Ruderfüßlern so sehr, daß man in diesen niederen Krebsthieren wenig veränderte Nachbilder der Stammformen des Geschlechts erkennen möchte. Der Nauplius ist nun, so zu sagen, der Kopf der Zoëa, seine noch immer als Bewegungsorgane dienenden vordern Beinpaare, schicken sich erst an, das vordere und hintere Fühlerpaar des angehenden Krebses zu werden; das letzte Beinpaar hat sich in die Oberkiefer (Mandibeln) verwandelt. Dafür ist, wie gesagt, ein Mitteltheil mit vier neuen Beinpaaren hervorgesproßt, und in diesem Zustande würde sich das Thier einem Insekt mit Kopf, Mittelstück und Hinterleib vergleichen lassen. Aber bei dem Krebsthier ist die Gliedersprossung damit nicht abgeschlossen. In einem etwas älteren Zoëa-Stadium (C) schicken sich auch die Mittelbeine der vorigen Larve an, Freßwerkzeuge zu werden, während hinten neue Querstücke mit Spaltfüßen hervorsprossen, die nun im Allgemeinen den Charakter der Füße behalten. Gleichzeitig sind am Grunde der noch immer als Hauptbewegungsorgane dienenden späteren Fühler die beiden Augen und zwischen ihnen der bei allen Zoëa-Arten sehr auffallende Oberlippenstachel hervorgekommen. In dem folgenden Stadium, der ebenfalls durch fertige Krebsthiere vertretenen Mysis oder Spaltfüßler- (Schizopoden-) Larve (D) bereitet sich dann die letzte Wandlung vor, die zu der Gestalt der vollendeten Garneele — einem Flußkrebs en miniature zu vergleichen — führt. Der Schwanz ist zum Springschwanz geworden, und die damit von der Thätigkeit als Ruderer enthobenen vordern Beinpaare haben sich zu Fühlern ausgebildet. Das innerste Paar hat sogar in seinem untern Theile die Gehörswerkzeuge aufgenommen, in denen, wie bei den Muscheln Kalkkörnchen als Gehörsteine dienen, und die, wenn sie verloren gegangen sind, auch durch andere Steinchen ersetzt werden können,

wie einst Hensen bei einem Seekrebse sah, der sich die Ohren voll Kies stopfte. Was die übrigen Veränderungen anbelangt, so haben die den Kieferfüßen folgenden drei vorderen Fußpaare Scheeren bekommen, die folgenden sich zu Kriechfüßen umgebildet, das Cyclopenauge und der Lippenstachel sind verschwunden, der höhere Krebs ist nach mancherlei Sprossungen, Umkleidungen und Häutungen fertig.

Da nun die Nauplius-Form, wie wir bald sehen werden, in der Entwicklung vieler später höchst unähnlicher Krebsthiere wiederkehrt, und auch sehr viele von ihnen das Zoëa- und Mysis-Stadium unverkennbar durchlaufen, so hatte man gute Gründe, in denselben durch die Zeit nachgedunkelte Portraits der Erzväter des Stammes zu sehen, zumal ja noch verschiedene Ebenbilder derselben, in den niederen Abtheilungen des Krebsreiches namentlich unter den Ruderfüßlern (Copepoden) und Blatt- oder Kiemenfüßlern (Phyllo- oder Branchiopoden) umher krebsen. Gleichwohl hat die Vorstellung, daß ein Nauplius-ähnliches Thier der gemeinsame Ahn aller eigentlichen Krebse gewesen sein soll, weil es als Nachbild in der Entwicklung derselben vorkommt, auch Gegner gefunden, und Claus, Lang u. A. haben darauf hingewiesen, daß man sich als wirkliche Stammform der Krebsthiere, als uralten, vielleicht schon vorkambrischen Urkrebs (Archicaris) einen vielgliedrigen Ringelwurm mit zahlreichen Beinpaaren, Bauchmark und Schlundring, ein Mittelglied zwischen beintragenden Borstenwürmern (Polychäten) und Trilobiten vorstellen müsse. Der reine Nauplius in seiner ursprünglichsten Form sei nur die charakteristische Larve dieses Urkrebses gewesen, die sich zu ihm verhält, wie die nachsprossende Wurmlarve (Trochosphäre) zum wirklichen Ringelwurm; man könne sich die Nauplius-Larve aus der Wurmtrochosphäre, in die nachträglich Krebscharaktere zurückverlegt worden seien, entstanden denken.

Diese verfeinerte Anschauung, welche manches für sich hat, raubt dem Nauplius nur wenig von seiner phylogenetischen Bedeutung, denn die einfache Thatsache, daß alle eigentlichen Krebsthiere durch diese Form hindurch müssen, verbindet sie zu einer Klasse gemeinsamer Abstammung, die sich sehr vielgestaltig entwickelt hat. Ob die Nauplius-Larve wirklich das Nachbild eines Urkrebses ist — und wir kennen noch heute niedere Krebse, die wenig über dieselbe hinausgehen — oder nur eine stark abgeänderte Larvenform, diese Unterscheidung verschwindet gegen die Wichtigkeit jener Entwicklungsthatsache. Man unterscheidet die Mannigfaltigkeit der eigentlichen Krebse, d. h. der Kruster mit vier Fühlern in zwei Hauptabtheilungen: 1. in sogenannte niedere Krebse (Entomostraken), deren Körper noch eine sehr wechselnde Zahl von Segmenten und Gliedanhängen aufweist und ihren griechischen Namen von der bei freilebenden Ruderkrebsen (Copepoden) besonders hervortretenden insektenähnlichen Gliederung ihrer Körper erhielten, und 2. in höhere Krebse (Malakostraken) mit gleichmäßiger Zahl von 20 (nur bei Nebalia 21) Segmenten, von denen jedes,

Kronleuchter (Hausbaukunst).

Kronleuchter, ist, wenn sie Verzierungen tragen, meist aus Holz oder Metall gefertigt. Sie werden in der Regel an einer Kette oder einem Seile von der Decke herabgelassen und tragen Kerzen, Lampen oder Gasflammen. Die Kronleuchter sind in der Hausbaukunst, wie auch in der Kirchenbaukunst, Gegenstände der Luxus, Pracht und Bequemlichkeit.

Fig. 146.

Fig. 146. a und b Kronleuchter von Messing, c von Eisen, d von Holz.

Die Form dieser Kronleuchter ist sehr verschieden, je nach dem Zwecke, dem sie dienen sollen, und nach dem Geschmacke der Zeit, in welcher sie gefertigt werden. Sie sind aber gewöhnlich so eingerichtet, daß sie leicht auf- und abgezogen werden können, damit sie zum Reinigen und Anzünden der Lichter leicht herabgelassen werden können. Sie werden entweder mit einem Arme oder mit mehreren Armen versehen, an welche die Lichter oder Lampen gesteckt werden. Die Arme sind gewöhnlich in einem Ringe befestigt, der mit drei Ketten oder Seilen an der Decke befestigt ist. Die Kronleuchter mit einem Arme sind gewöhnlich so eingerichtet, daß sie sich um eine Achse drehen können, damit sie nach allen Seiten hin Licht geben können. Die Kronleuchter mit mehreren Armen sind gewöhnlich so eingerichtet, daß sie sich um eine Achse drehen können, damit sie nach allen Seiten hin Licht geben können. Die Kronleuchter mit mehreren Armen sind gewöhnlich so eingerichtet, daß sie sich um eine Achse drehen können, damit sie nach allen Seiten hin Licht geben können.

bei denen man die wirkende Urſache — hier den Salzgehalt des Waſſers — ſo genau beſtimmen konnte.

Während dieſe ſchalenloſen Kiemenfüßler mit dem Bauche nach oben gekehrt auf dem Rücken ſchwimmen, giebt es auch ſchalentragende Kiemenfüßler, die theils auf der Rücken- und theils auf der Bauchſeite ſchwimmen. Zu den erſteren gehört als eine der größten Arten der krebsartige Kiefenfuß (Apus cancriformis), deſſen Eier im Schlamm der Pfützen die Trockenheit überdauern und ſich dann in der Regenzeit plötzlich entwickeln. Ein bei Jena gefundenes Exemplar dieſes 6 bis 7 Centimeter lang werdenden Thieres erregte einſt Goethes Intereſſe dermaßen, daß er für ein zweites Exemplar einen Thaler bot, aber keins erhielt. Es ſieht in der That ſehr merkwürdig aus, denn eine große flache Schale bedeckt, wie bei einem Schildkrebs, den geſammten Rücken und nur die letzten der ca. 40 Segmente, die faſt ebenſo viele Blattfußpaare tragen, ragen hinter der Schale hervor. Bei dieſen Thieren beſitzt nur die Larve zwei Fühlerpaare, von denen das zweite bei dem erwachſenen Thiere eingeht. Es erinnert dann noch mehr an einen Trilobiten, mit denen alle dieſe Thiere viele Analogien darbieten, namentlich auch in der wechſelnden Zahl der Körperabſchnitte und Blattfüße. Andre Kiemenfüßler, wie die Eſtheriden, deren noch heute blühendes Geſchlecht ſich bis ins Devon zurückverfolgen läßt, ſchließen den winzigen Körper in eine zweiklappige Schale ein, aus der nur die Spitzen einiger Gliedmaßen hervorragen.

Ein ſolches zweiklappiges Gehäuſe iſt noch allgemeiner verbreitet unter den Waſſerflöhen (Cladoceera), die mit den Kiemenfüßlern gewöhnlich zur Ordnung der Blattfüßler oder Phyllopoden vereinigt werden, ſich aber von den erſteren durch eine viel geringere Zahl von Fußpaaren unterſcheiden, indem bei ihnen nur vier bis ſechs Paare vorhanden ſind. Sie ſind meiſt mit langen veräſtelten und mit Borſtenreihen beſetzten Fühlern verſehen, die weit aus dem Schalenſpalt hervorragen und als Ruderorgane benützt werden. Der gemeine Waſſerfloh (Daphnia pulex) färbt kleine Waſſerpfützen, in denen er plötzlich in Zahl vieler Tauſende auftritt, blutroth und ſpielt in den Sagen vom Blutregen eine Rolle.

Bei den Muſchelkrebschen oder Oſtrakoden, die größtentheils im Meere leben (nur die Cypriden ſind Süßwaſſerthiere), verkalkt die Schale gewöhnlich, die bei den vorgenannten Schalenkrebschen oft glasdurchſichtig blieb. Der Hinterkörper iſt bei ihnen ſtark verkürzt und von den Bruſtbeinen ſind nur zwei Paare übrig geblieben. Die Entwicklungsgeſchichte dieſer ſtark veränderten Krebſe, die kaum noch eine Segmentirung des Körpers erkennen laſſen, iſt daher beſonders phaſenreich. Viele ſind Tiefſeebewohner und einige Arten — die zumeiſt der neuen, von G. W. Müller-Greifswald aufgeſtellten Gattung Pyrocypris angehören — ſtrahlen ein überaus intenſives ſmaragdgrünes oder azurblaues Licht aus, oder ſtoßen vielmehr eine derartig leuchtende Flüſſigkeit von ſich, um in deren Glanz

zu verschwinden. Godeheu de Riville erfuhr 1754 von seinen Seeleuten, daß das Meer an der Küste von Malabar „zu brennen scheine." Das Kielwasser und die Wellen leuchteten wie „elektrisirtes Silber" und waren mit glänzenden azurnen Sternen durchsät. In der Ferne leuchtete das Meer, wie mit Schnee bedeckt. Als das Wasser in ein Glas geschöpft war, sah er darin kleine Muschelkrebschen, die sich auf seinem Fingernagel mit einer leuchtenden Flüssigkeit umgaben, welche beim Scheine zweier Kerzen und selbst am Tage fortleuchtete. Chierchia sah im März 1885 das Meer in der Nähe von Sokotora smaragdgrün leuchten und jeder Zug des Netzes brachte enorme Mengen leuchtender Ostrakoden (15—20000 Stück Pyrocypris) empor, die in einem Glase gehalten, eine leuchtende Flüssigkeit ausstießen, welche sich im Wasser verbreitete. Stand eines von den kleinen Thieren still, so erfolgte das Ausstoßen der anscheinend in bedeutenden Mengen erzeugten Leuchtflüssigkeit, ebenso wie bei den Tintenfischen das Ausstoßen der schwarzen Farbe, und sie blieben in der Flüssigkeit dann verborgen. Wenn das Thier sich bewegte, wobei es immer einen weiten Bogen beschrieb, so ließ der glänzende Punkt des Körpers es wie einen kleinen Kometen mit leuchtendem Schweif erscheinen, der in einen Himmel voll unendlich kleiner Kometen hinausgeschleudert wurde.

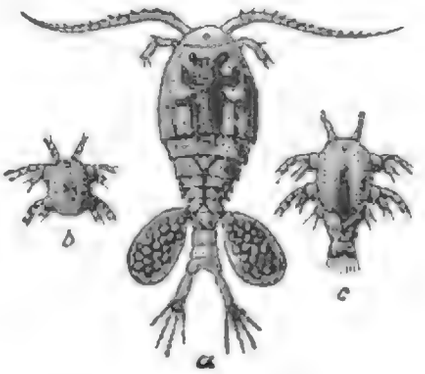


Fig. 265.
Cyclops.
a Weibchen mit Eierpacketen, b Larve desselben im ersten Stadium (Nauplius), c Larve im vierten Stadium (Cyclopid); das erwachsene Thier zehnfach, die Larven mehr als hundertfach vergrößert.

Die Muschelkrebschen traten schon im Silur mit zahlreichen Gattungen und Arten auf, von denen sich viele schon durch ihre Länge (von zwei bis neun Centimetern) vor den jetzt lebenden Arten, die selten über zwei Millimeter Länge hinausgehen und meist noch viel kleiner sind, auszeichneten. Aus der europäischen Kreide kennt man etwa 60 und aus dem europäischen Tertiär etwa doppelt so viel Arten und oft war ihr Auftreten ein so massenhaftes, daß sie ganze Schichten dicht erfüllen, wie den darnach benannten devonischen Cypridinen-Schiefer des Harzes und nassauischen Schiefergebirges. Was den oben geschilderten Riesenkrebsen und Trilobiten nicht gelungen ist, den vernichtenden Einflüssen des Daseinskampfes zu entrinnen, haben viele ihrer auf gleich niedriger Entwicklungsstufe stehende Zeitgenossen Brüder und Vettern unter den Kleinkrebsen, eben durch ihre Kleinheit, kurze Entwicklungszeit, geringes Nahrungsbedürfniß, und vielfach auch durch ein Vermögen, ungünstige Perioden ohne Nahrung zu überdauern geschützt, erreicht; sie leben in großer Artenfülle weiter. Nur die Größe ihrer Glanzzeit haben sie zuweilen eingebüßt; doch konnten wir noch eben von ansehnlich großen Kiemenfüßlern unserer Zeit berichten.

Aehnliches würden wir wahrscheinlich auch von der noch heute ziemlich formenreichen Ordnung der Ruderfüßler oder Copepoden zu berichten haben, wenn ihre zarten, unbeschalten Körper nicht gar zu wenig zur Erhaltung geeignet wären. Sie sind nach den vier oder fünf Paaren zwei- und mehrästiger Ruderfüße benannt, die sie zu geschickten Schwimmern machen. Ihr gestreckter Körper zeigt bei den freilebenden, mit kauenden Mundwerkzeugen versehenen Arten der Abtheilung Gnathostomata die vollkommenste Gliederung, die man bei Niederkrebsen antrifft. Man unterscheidet wie bei den Insekten — wonach der für alle Niederkrebse gewählte Name Entomostraken (S. 388) — ein Kopfstück, richtiger Kopfbruststück (Cephalothorax) Brust und Hinterleib. Der erste Abschnitt trägt die beiden Fühlerpaare, die drei Kieferpaare und das erste Ruderfußpaar, welches dem vordersten mit dem Kopf verwachsenen Brustringe angehört. Die Brust besteht gewöhnlich aus vier Ringen mit je einem Ruderfußpaar, während der fünftheilige fußlose Hinterleib mit einer oft weiter getheilten Schwanzgabel endet. Für viele Arten ist ferner das durch Verschmelzung der beiden Seitenaugen entstehende Cyclopen-Auge charakteristisch, dem die hierhergehörige Süßwassergattung Cyclops (Fig. 265), von der schon oben (S. 148) die Rede war, ihren Namen verdankt. Ein solches unpaares Mittelauge kommt aber auch bei niedern Flohkrebschen und Kiemenfüßlern vor, während andererseits viele Copepoden auch große seitliche Augen besitzen, z. B. der in der Nordsee vorkommende Corycaeus germanus, bei dem die Linsen der paarigen Augen fast die ganze Stirn einnehmen, während die Netzhaut weit hinten in der Kopfbrust liegt, die Augen sich also bis in den Hinterkopf hineindehnen.

Fig. 266.
Notopterophorus Papilio Hesse. $^{10}/_{1}$

Die freilebenden Ruderfüßler schwärmen in ungeheuren Schaaren an der Meeresoberfläche, die oft weithin von ihnen gelb oder roth gefärbt erscheint. Sie bilden einen Hauptbestandtheil des thierischen Planktons und werden zu Milliarden von den Fischen des hohen Meeres verschlungen, für die sie einen Hauptfutterstoff abgeben. Bei diesen pelagischen Krebsen, zu denen auch andere Entomostraken und die Larvenformen niederer und höherer Krebse gehören, wird das anhaltende Schwimmen vielfach durch Schwebevorrichtungen erleichtert. Besitzen die niedern Thiere und Wasserpflanzen hierfür oft Luftbläschen (Vacuolen) in ihrem Gewebe, die wie die Schwimmblasen der Fische und die erwärmten Luftsäcke der Vögel wirken, so sieht

man im Körper der Muschel-, Floh- und Ruderkrebschen oft Oeltröpfchen, die nach der Redensart „Fett schwimmt oben" ihnen das Schwimmen erleichtern, während Luftbläschen in ihrem meist durchsichtigen Leibe fast nie vorkommen. Vor allem treten jedoch Oberflächen-Vergrößerungen ins Spiel, die sich den ausgebreiteten Schwingen und Schwänzen der Insecten und Vögel vergleichen lassen, und wie Fallschirme wirken, d. h. durch Widerstand und Reibung das Sinken im Wasser erschweren. Bei den Sapphirinen, metallisch glänzenden und azurblau irisirenden Ruderkrebsen ist der Körper zu einem breiten papierdünnen Blatte ausgedehnt, welches horizontal im Wasser schwimmt und dasselbe ist bei den Phyllosomen (Fig. 273), den Larven der Heuschreckenkrebse, der Fall. Bei nicht wenigen pelagischen Niederkrebsen bilden sich die Schwanz- und Kopfstacheln im Vereine mit den Rückenstacheln zu einer Art von Balancirstange oder zu Balancirgerüsten aus, welche den gleichsam daran aufgehängten Thieren gestatten, das Gleichgewicht in der aufgeregten Fluth zu wahren und wahrscheinlich auch das Durchqueren derselben in bestimmter Richtung zu erleichtern. Die verschiedensten Mittel und Wege führen dabei zu dem gleichen Ziel, den Körpern ein anstrengungsloses Schwimmen zu gestatten, so daß alle Muskelkraft ungeschmälert auf den Nahrungserwerb gerichtet werden kann. Bei einigen, wie dem Flohkrebs Rhabdosoma ist der Körper so in die Länge gezogen, daß er wie ein langer Glasfaden horizontal im Wasser schwimmt, während im Gegentheil bei Mimonectes der Haupttheil des Körpers sich zu einem kugelförmigen Gallertball zusammengezogen hat, der spezifisch leichter als Wasser ist, und den man um so eher einer Schwimmboje vergleichen kann, als die Gliedmaßen an ihm sehr zurücktreten. Bei einer andern Gruppe, zu welcher der Schmetterlings-Ruderkrebs (Notopterophorus Papilio Fig. 266) gehört, bildet die Rückenhaut flügelartige Auswüchse, als wollte das Thier den Klassennamen der Insekten-

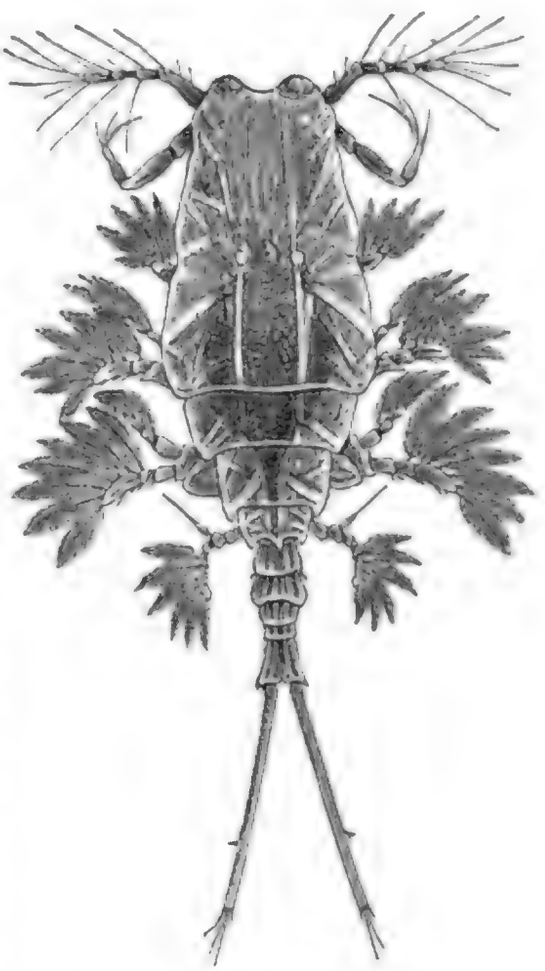


Fig. 267.
Männchen von Copilia vitrea Haeckel $^{20}/_{1}$.
(Nach Giesbrecht).

krebse (Entomostraken) rechtfertigen und bei der nächsten Gelegenheit davonfliegen. Thatsächlich wurden die Naturfreunde kürzlich durch die Nachricht alarmirt, daß man „fliegende Krebse" beobachtet habe. Ostroumoff hatte nämlich an der Küste der Halbinsel Krimm kleine Meereswesen wie Mückenschwärme über dem Wasser spielen sehen, und gefunden, daß es kleine grüne Ruderkrebse der Gattung **Pontellina mediterranea Claus** waren, die sich an der Oberfläche des Wassers erst in die richtige Stellung setzten, und dann wie Flohkrebse emporsprangen und von ihren wie Fallschirme wirkenden Körperanhängen getragen, in einem langen flachen Bogen, fliegenden Fischen gleich, eine kurze Strecke dahinflogen. Bei mehreren andern **Pontellina**- und **Pontella**-Arten hat man ähnliches beobachtet.

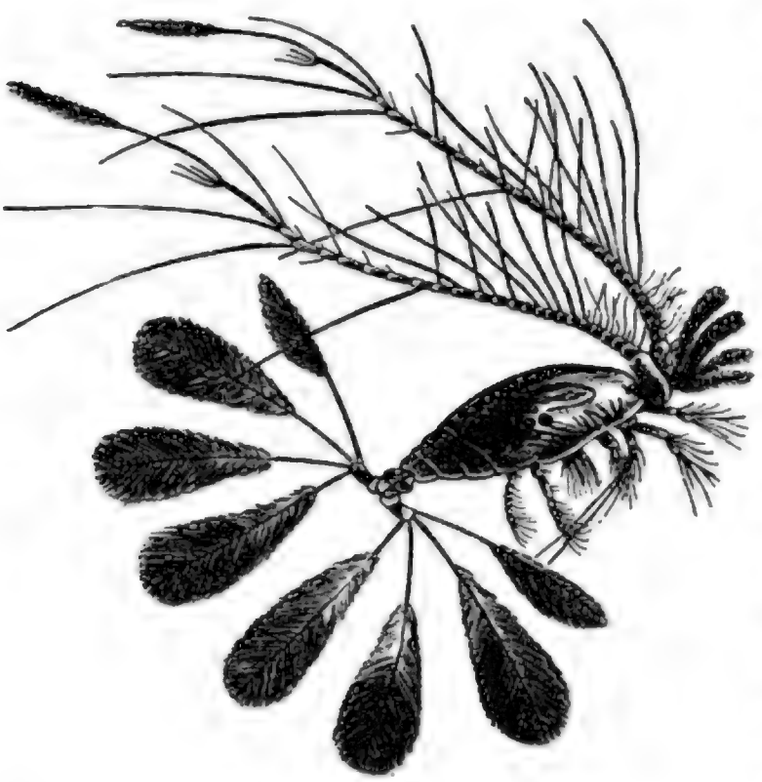


Fig. 268.
Calocalanus pavo $^{20}/_{1}$. (Nach Giesbrecht).

Die schönsten Schwebevorrichtungen bemerkt man bei einigen andern pelagischen Copepoden, wie bei **Copilia vitrea** (Fig. 267), bei der sämmtliche Ruderbeine mit Reihen von gefiederten Aesten besetzt sind, so daß jedes der vier Fußpaare an die beiden Flügel eines Vogels erinnert. Dabei ist die äußere Hälfte dieser Federn lebhaft orangeroth gefärbt und dieselbe Färbung zeigt sich auch im Innern des im Uebrigen glasdurchsichtigen Körpers, so daß man unter dem Mikroskope einen Wundervogel der Nixenwälder zu erblicken glaubt. Bei **Augaptilus filigerus** erstreckt sich diese Befiederung der Beine auch auf Fühler und Schwanzgabel, die Vorderbeine sind so reich getheilt, daß sie an die getheilten Schwingen der sogenannten Geistchen, kleiner Motten, erinnern und die Schwanzgabel theilt sich in zahlreiche, zum Theil lange Federn. Bei **Calocalanus plumulosus** erhebt sich aus dem getheilten Gefieder der Schwanzgabel eine sehr lange, dicht mit breiten Federchen besetzte Mittelfeder, die vier bis fünfmal so lang, wie der gesammte Thierleib wird, und breiter als dieser, wie eine lange biegsame Straußenfeder nachschleppt. Die schönste

Bildung zeigt vielleicht Calocalanus pavo, der „Pfau" unter den Schönfederkrebsen (Fig. 268), ein im Mittelmeer häufiges Ruderkrebschen, bei welchem sich der Gabelschwanz zu einem senkrecht gegen die Mittellinie des Körpers ausgebreiteten Träger umgebildet hat, der acht breite Federn trägt. Man wird dabei an die „Ausleger", der schmalen Boote mancher Naturvölker, die das Umschlagen derselben verhindern, erinnert. Auch diese Schwanzfedern sind gleich den Fiederchen der Fühler in den dunkelschattirten Theilen tief goldgelb gefärbt, so daß sie den Thieren nicht bloß als Schwebevorrichtungen, sondern zugleich als Schmuck dienen.

Von den etwa tausend bekannten Arten von Ruderkrebsen hat sich etwa die Hälfte dem Schmarotzerleben dahingegeben und statt der Kaukiefer seiner Abtheilungsgenossen saugende Mundtheile ausgebildet, so daß sie mittelst stiletartiger Stechborsten, die in einer Saugröhre liegen, ähnlich den Fliegen und Flöhen unter den Insekten, Blut und Säfte ihrer Opfer fließen lassen und saugen. Diese Röhrenmundkrebse (Siphonostomata) schmarotzen meist an den Kiemen der See- und Süßwasserfische, die hierher gehörige sogenannte Karpfenlaus (Argulus) z. B. auf Karpfen, Forellen, Schleien, Barschen und Hechten. In der Regel hat jede Art ihren besonderen „Nährwirth", aus den Reihen der Fische, doch schmarotzen die Weibchen der Sapphirinen, deren freilebende Männchen herrlich azurblau glänzen, bei Salpen. Bei einigen von ihnen haben sich die Kieferfußpaare zu saugnapfförmigen Haftwerkzeugen umgebildet, der Körper hat die einschneidende Segmentirung und feste Bedeckung, sowie manche Glieder ganz verloren, so daß ihre freilebenden Larven den andern Copepoden ähnlicher sind, als die erwachsenen Fischläuse.

Unter den Niederkrebsen giebt es aber auch eine Reihe von Thieren, die durch eigne Schuld auf eine noch tiefere Stufe hinabgesunken sind, als die Fischläuse, die Rankenfüßler (Cirripedia): Lepadiden, Seepocken, Abdominalien und Wurzelkrebse. Die Geschichte der ersteren, welche insbesondere von Darwin bearbeitet worden ist, läßt sich bis zur Jura-Zeit zurückverfolgen. Aber die Arten erzählen sie uns auch selber. Sie beginnen ihr Dasein, wie die übrigen Krebse, bei denen diese Larvenform nicht nachträglich unterdrückt wurde, indem sie ihre Entwicklung im Ei vollenden, oder dieselbe sonst abkürzen, als freischwimmender einäugiger Nauplius (Fig. 269). Nach mehreren Häutungen und Metamorphosen, bei denen das junge Thier auch durch das Stadium der oben erwähnten Muschelkrebschen (Cypridinenlarve) hindurchgeht, setzt sich das Thier fest, am liebsten an einem schwimmenden Gegenstande, sei es ein Stück Holz, Bimsstein oder ein lebendes Thier, worauf es sich mit einer muschelartigen Schale umgiebt und sämmtliche bei der Larve schon zu verschiedenen Organen umgebildeten Fußpaare, wieder zu einfachen vielgliedrigen Fäden (Cirren), zurückverwandelt, die nun nur noch dazu dienen, um dem festgewachsenen Thiere Nahrung heranzuspülen (Fig. 270). So unähnlich ist

das doch mit den übrigen Krebsthieren aus gleichen Anfängen hervorgegangene Thier seinen Verwandten geworden, daß nicht nur im gesammten Mittelalter die „Entenmuschel" für die Jugendform eines Vogels (der Bernickel-Gans) galt, sondern auch noch von Linné und selbst von Cuvier für ein Weichthier angesehen wurde. Die verwandten Seepocken oder Seeeicheln (Balaniden) sind ähnliche Rankenfüßler, die ohne längern Stiel auf Uferfelsen, Muschel- oder Krebsschalen, selbst auf Walfischhaut festwachsen, wozu eine eigene, Kitt abscheidende Drüse, die sogen. Cementdrüse, bei ihnen vorhanden ist. Die Balaniden sind gleich den

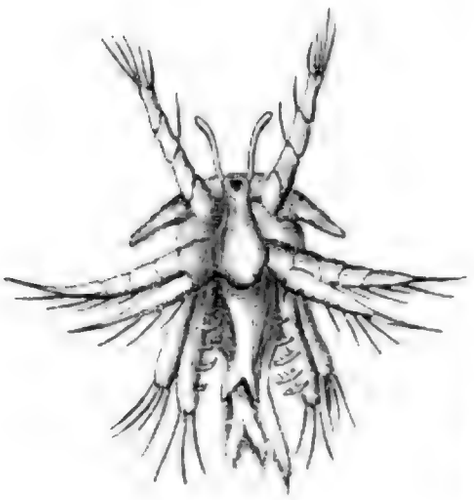


Fig. 269.
Nauplius eines Entenmuschelkrebses.

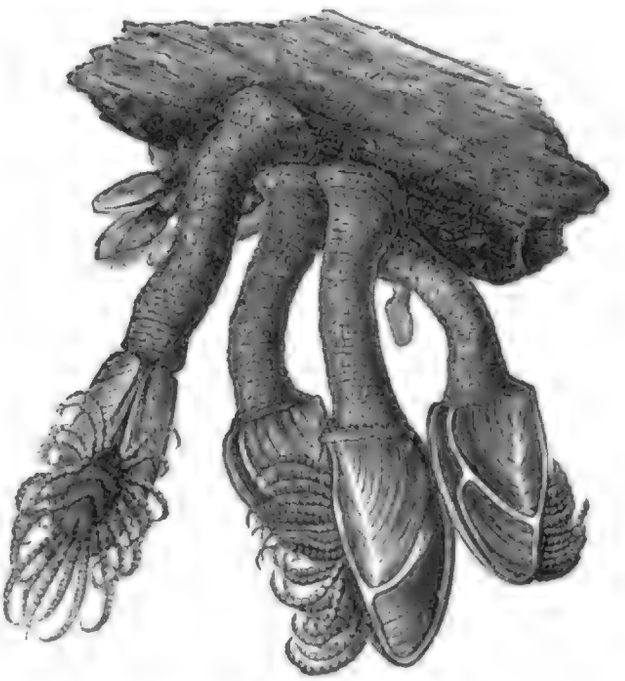


Fig. 270.
Entenmuschel Lepas anatifera.

Lepadiden, wie die meisten festwachsenden Thiere, die sich nicht gegenseitig aufsuchen können, Zwitter, doch kommen bei ihnen auch winzige Männchen vor, die in kleinen Säckchen der Weibchen oder am Körper wohnen, und theilweise kurzlebige, mund- und magenlose Thierchen sind, welche nur die Befruchtung der Weibchen zu vollziehen haben, außerdem manchmal noch zwergartige, sog. „komplementäre Männchen", die Darwin entdeckt hat. Auch bei einer dritten Familie der Rankenfüßler, den Abdominalien, welche durchweg getrennten Geschlechtes sind, und da sie in der Kalkschale von Mollusken schmarotzen, keine eigene Schale ausbilden, sind die Männchen Pygmäen und finden sich gewöhnlich zu zweien am Körper der Weibchen festgeklammert (Fig. 271). Ihre bei vielen andern schmarotzenden Thieren wiederkehrende Verkleinerung ist ein Seitenstück zu der Verkleinerung aller den Schmarotzern überflüssigen Sinnes- und Bewegungsorgane, die bis zum gänzlichen Verschwinden derselben geht. Die Männchen sind ja nicht

ganz zu entbehren, aber sie sinken zu Duodez-Männchen herab, welche von dem Weibchen miternährt werden. Dieses selbst bildet die Hauptperson im Artleben, da es die Eier zu liefern hat und daher den Löwen-Antheil der Ernährung beansprucht und zwar bei Schmarotzerthieren in um so höherem Grade, weil diese in Anbetracht der hohen Verlustziffer der Individuen, eine ungeheure Menge von Eiern auszubilden haben, um die Art zu erhalten. Das Männchen sinkt, so lange der Organismus bei diesen Thieren nicht zum Hermaphroditismus gelangt ist, sozusagen auf den Zustand eines nothwendigen Uebels herab. In diesen Verhältnissen

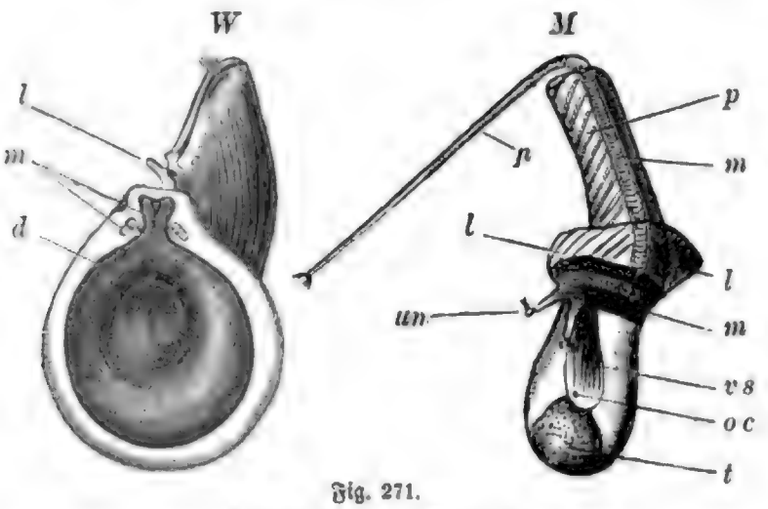


Fig. 271.

Alcippe lampas Hancock.

W Weibchen (Vergr.) l Lippenvorsprünge der Mantelöffnung. m zwei anhaftende Männchen. d Haftscheibe.

M Männchen (stärker vergrößert). l Mantellappen. a n Fühler. o c Pigmentfleck (Auge?). m m Muskeln. t Testikel. v s Samenblase. p Penis.

dürfte die einfachste Erklärung des Auftretens von Zwergmännchen und sogenannten komplementären Männchen bei diesen Thieren liegen.

Einige andere den Rankenfüßlern nahe verwandten Thiere, die Wurzelkrebse oder Rhizocephalen, die meist auf höheren Krebsen schmarotzen, sind noch weiter auf der schiefen Ebene abwärts gesunken. Während die Entenmuscheln und ihre näheren Verwandten doch nur Pfahlbürger geworden sind, die ihre Sinnesorgane und ihr Bißchen Verstand daran gegeben haben, treiben diese Wurzeln, oft recht verzweigte, wie irgend eine Pflanze, in den Körper des Thieres, welches sie zu ihrem Wohnsitz erkoren haben, und ziehen mittelst dieses Geflechts ihre Nahrung aus demselben (Fig. 272). Ihre Jungen stehen als echte Nauplius-Larven unendlich über dem vollendeten Thiere, und haben erst die Erkenntniß ermöglicht, daß es sich hier nicht um ein Krebsgeschwür, sondern um einen lebendigen schmarotzenden Krebs handelt, der einem Schimmelpilze gleich, zahlreiche Wurzelfäden in das Fleisch eines andern Thieres getrieben. Der Wurzelkrebse gesammter Entwicklungsweg ist erst in neuerer Zeit durch die

Einrichtungen von Bücherei haben gemacht. Dasselbe verwendet 8/4 der Hauptsächlichen gemacht in den Kapiteln von Bücherei. Man 8/4 der Hauptsächlichen gemacht in den Kapiteln von Bücherei. Man 8/4 der Hauptsächlichen gemacht in den Kapiteln von Bücherei. Man

Fig. 101.
Bücherschrank mit Schiebethüren und Vorrichtung zum Verschieben der Bücherbretter.
Nach Photographie von Bücherei.

Bücherschrank mit Schiebethüren. Bücherschrank mit Schiebethüren. Bücherschrank mit Schiebethüren.

oder Schizopoden entwickelt, die als die niedersten der eigentlichen Oberkrebse angesehen werden und von denen sich alle übrigen Gruppen unschwer ableiten lassen. Durch die Gleichheit der Kiefer- und Brustfüße, die wie bei den Nieder-Krebsen Spaltfüße darstellen, nähern sie sich diesen und bilden eine fernere Uebergangsfamilie, von der sich als zwei auseinander laufende Zweige die sitzäugigen und die stieläugigen Oberkrebse (Edriophthalmata und Podophthalmata) herleiten, bei denen die Spaltfüße nach und nach durch Verkümmerung des äußern Astes zu einfachen Füßen wurden. Die Schizopoden bevölkern in großen Schaaren, wie die Copepoden Hoch- und Tiefsee, eine erwünschte Nahrung für die Fische. In der den Niederkrebsen noch näher stehenden Unterfamilie der Euphausiden, welche außer den gestielten Hauptaugen am Kopfe noch eine ganze Reihe von Seitenaugen an der Basis der Brust- und Hinterleibsfüße besitzen, hat Chun in neuester Zeit Tiefseeformen mit getheilten Stielaugen entdeckt, deren Stirntheil lichtvollere, der Seitentheil mit zahlreicheren Facetten aber genauere Bilder liefert. Die Gestalt der etwas höher stehenden Mysiden, welche sich unter andern durch zwei sogenannte Hörbläschen in der Schwanzflosse auszeichnen, kehrt in der Entwicklungsfolge vieler höheren Krebse, die sich dadurch als Nachkommen dokumentiren, als sogenanntes „Mysis-Stadium" wieder (vergl. Fig. D auf der Tafel „Entwicklung einer Seegarneele".) Auch die der Entwicklungsgeschichte der Heuschreckenkrebse oder Languſten angehörenden, auf hoher See lebenden Phyllosomen (Fig. 273) mit fast blattartig ausgebreitetem Schwimmkörper erinnern noch lebhaft an die Ahnenform der Schizopoden.

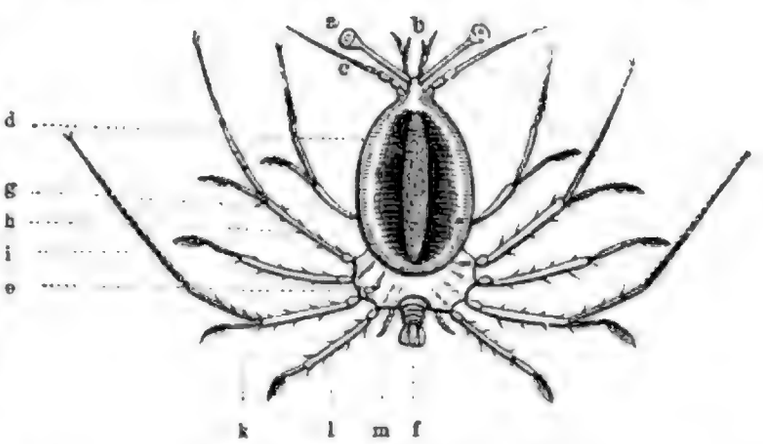


Fig. 273.
Phyllosoma. Larve einer Languſte. a Geſtielte Augen. b c Fühler. d Kopfſchild. e Bruſtſchild. f Hinterleib. g—m Sechs Fußpaare.

Von den beiden Abtheilungen der sitzäugigen und stieläugigen Schalenkrebse schließen die ersteren, wegen des Freibleibens ihrer Körperringe gewöhnlich als Ringelkrebse (Arthrostraka) zusammengefaßten Familien sich durch die Scheerenasseln (Tanaiden) nahe an die Schizopoden an, und gliedern sich dann in die beiden Hauptabtheilungen der Flohkrebse (Amphipoden) mit Sprung-Hinterbeinen und der gleichfüßigen Asseln (Isopoden), zwischen denen die ursprünglicheren Scheerenasseln einigermaßen als gemeinsame Grundform in der Mitte stehen. Sie alle sind

außer durch ihre sitzenden Augen dadurch ausgezeichnet, daß der Kopf nur mit dem ersten Brustringe zu einer Kopfbrust verwächst, und kein ausgeprägtes Rückenschild vorhanden ist, während bei den stieläugigen Schalenkrebsen (Thoracostraca) ein mächtiges Kopfbrustschild (Cephalothorax) alle oder die meisten Brustringe nebst dem Kopf auf der Rückenseite deckt. Zu den Ringelkrebsen gehört ein großer Theil des Meeres-Ungeziefers, von dem viele sich auch zu Schmarotzern umgebildet und nicht wenige sich ins Süßwasser und auf das Land begeben haben, woselbst sie Keller, unsaubere Winkel und zerfallendes Holz, auch Ameisenhaufen, bewohnen, und gewissermaßen das Gesindel unter den Schalenkrebsen bilden. Die Binnenasseln (Cryptoniscidae) sind gegenüber den außen an Fischen schmarotzenden Fischasseln zu fast ungegliederten Binnenschmarotzern der höhern Krebse geworden.

Den höhern stieläugigen Schalenkrebsen, die man auch wohl als Zehnfüßler (Dekapoden) bezeichnet, schließen sich durch die Mittelfamilie der Cumaceen, denen dann wieder die Garneelen am nächsten stehen, ebenfalls den Schizopoden mittelbar an, ja sie sind als die Hauptfortsetzung derselben zu betrachten, während die Ringelkrebse mehr einen niedersteigenden Seitenzweig darstellen. Man theilt sie in die ältere Gruppe der langschwänzigen Dekapoden (Macrura), zu denen Garneelen, Langusten, Flußkrebse, Hummern, Einsiedlerkrebse u. s. w. gehören und in die jüngere, erst seit der Kreidezeit aufgetretene Gruppe, der kurzschwänzigen Dekapoden (Brachyura), welche die mannigfachen Familien der Krabben und Taschenkrebse umfaßt. Die Langschwänzer sind durch die vielen, aus ihren Reihen stammenden Tafelgenüsse bekannt genug, wir wollen daher hier nur der merkwürdigen Anpassungen an besondere Lebensverhältnisse und Formwandlungen gedenken, welche in ihrem Kreise die Paguriden oder Einsiedlerkrebse, die einen weichen Hinterleib mit flossenartigen Anhängseln zum Festhalten, und Platten am Rücken tragen, ausgebildet haben. Sie bergen rückwärts kriechend, den weichen Hinterleib in leeren Schneckenhäusern, mit denen sie umherkriechen, und sie gegen größere umtauschen, wenn sie dem heranwachsenden Körper zu eng werden. Einzelne Arten gehen sogar ans Land, klettern im Gebirge umher und müssen dann die aus ihrer Heimath mitgebrachten Gehäuse von Seeschnecken mit solchen von größeren Lungenschnecken vertauschen. Durch diese Bergung in der gewundenen Schneckenschale gewinnt der Schwanz zuletzt eine unsymmetrische Form. In neuerer Zeit haben die Einsiedlerkrebse besonders die Aufmerksamkeit der Forscher erregt, durch den „Freundschaftsbund", den sie mit gewissen Seerosen schließen und der jedenfalls zu den merkwürdigsten Beispielen der Symbiose, des Zusammenlebens zweier ganz verschiedener Thiere, gehört. Der auf unserer Tafel „Maskirung bei Krebsthieren" auf der linken Seite und oben rechts dargestellte Bernhardinerkrebs (Pagurus calidus) pflegt seine Wohnung, wenn irgend

Einsiedler im Seeschwamm

möglich, mit einer schönen Seerosen-Art (Adamsia Rondeletii) zu besetzen, ohne die er nicht leben mag. Denn sobald er ein ihm zu eng gewordenes Schneckenhaus verlassen und ein neues, besser passendes gefunden hat, wandert er damit alsbald zu der alten Freundin hin und veranlaßt sie, auf sein neues Heim überzusiedeln. Man hat früher darin nur eine Art von einseitiger Schutzgewohnheit sehen wollen, und gemeint, der Krebs begebe sich unter den Schutz der Seerose, die wegen ihrer weit hervorschnellbaren Nesselorgane, und weil sie ihre Angreifer mit einem förmlichen Hagel von Giftpfeilen überschüttet, sehr gefürchtet ist. Allein man muß wohl richtiger an einen gegenseitigen Vortheil denken, denn die Aktinie genießt dafür ihrerseits den Vorzug, nicht gleich vielen ihrer Schwestern dauernd an derselben Stelle einer Klippe fest kleben zu müssen: sie wird nunmehr ihrer Beute entgegengeführt, und man hat mit dieser Ansicht im Einklange beobachten können, daß Einsiedlerkrebse, die ein solches Schutz- und Trutzbündniß geschlossen haben, dann auch ruhig zusehen, wenn der Polyp, so lange er dazu noch nicht zu hoch gewachsen ist, dem Krebse seinen Beuteantheil dreist vor dem Munde wegnimmt. Es verdient noch bemerkt zu werden, daß jede Bernhardinerart, die überhaupt einen solchen Gesellschafter aufnimmt, auch immer einen solchen von derselben Aktinien-Art wählt, während andere Arten ebenso regelmäßig ganz bestimmte andre Arten aufnehmen, so daß die Gesellschaftsfirma immer dieselbe bleibt. Die Genossen kennen sich eben und sind an einander gewöhnt.

Ueber die Art und Weise, wie sich solche der Art nützliche Gewohnheiten und Instinkte herausgebildet haben mögen, kann man nur Vermuthungen aufstellen. Wahrscheinlich gaben zufällige Ansiedlungen der Anemonen die Veranlassung dazu. Leichter kann man die Entstehung der Gewohnheit, den Schwanz in leeren Schalen zu bergen, verfolgen. Unter den zahlreichen, höchst verschiedenartigen Paguriden, welche die Naturkundigen der nordamerikanischen Forschungsexpedition des „Blake“ vor einigen Jahrzehnten aus der westindischen Tiefsee hervorgezogen, fand man auch solche, die ihren Hinterkörper regelmäßig in Löchern und Spalten verbergen, deren Eingang sie mit ihren Scheeren verschließen. Bei ihnen ist der Hinterleib noch regelmäßig gebildet und mit harten Ringen besetzt. Bei Mixtopagurus sind von den sieben Ringen des Hinterleibs nur noch die letzten beiden groß und hart, die fünf ersten dagegen unvollkommen verkalkt, auch ist die Unregelmäßigkeit des Körpers schon angedeutet. Der Holz-Bernhardiner (Xylopagurus) bewohnt nur röhrenförmige Löcher hohler Aststücke und Rohrfragmente, aber diese Höhlen sind an beiden Enden offen, und der Einsiedler betritt seine Wohnung nicht nach der Gewohnheit seiner Mitbrüder mit dem Schwanz voran, sondern kriecht mit dem Kopfe voran hinein, und verschließt die vordere Oeffnung der Röhre mit seinen Scheeren, die hintere mit einem eigens dazu ausgebildeten Deckelschilde des Hinterleibes.

Die Krabben oder kurzschwänzigen Krebse bilden nach Ansicht aller Zoologen die Spitzen des Krebsreichs und damit stimmt gut überein, was man von ihren Instinkten, gesellschaftlichen Trieben u. s. w. erzählt. Auf der Tafel „Maskirung bei Krebsthieren" sind zwei Krabben dargestellt; in der Mitte eine sogenannte Meerspinne (Maja), welche Rücken und Beine dicht mit abgekniffenen Zweigen von Algen, Mooskorallen, Polypen u. s. w., die durch eigenthümliche „Angelhaare" daselbst festgehalten werden, besetzt, so daß sie sich durch diese Maskirung vor ihren zahlreichen Feinden verbergen, vielleicht auch, wie der wandelnde Wald von Birnam, ihre Opfer ungesehen beschleichen kann. Möbius beobachtete einen kleinen Taschenkrebs (Melia), der auf den Scheeren ein paar Aktinien trug. Andere Arten bedecken sich sofort mit den ersten besten Algenblättern, sobald

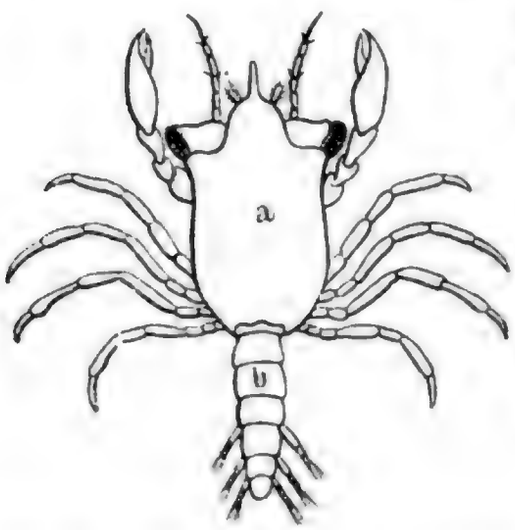


Fig. 274.
Megalops. Larve der gemeinen Strandkrabbe. a Kopfbruststück mit den großen Augen. b Der nach mehreren Häutungen bedeutend verkürzte Schwanz, welcher in der Folge noch weiter verloren geht.

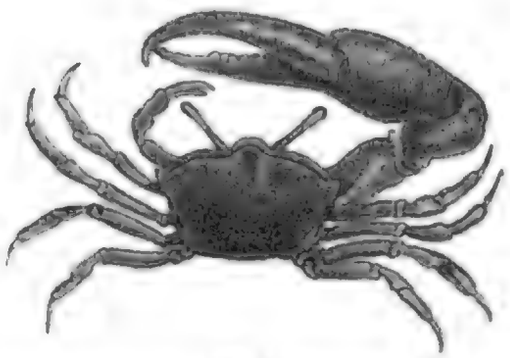


Fig. 275.
Ausgewachsenes Männchen der Winkerkrabbe (Gelasimus) mit einer kolossal entwickelten Drohscheere, wie sie bei zahlreichen Arten neben einer kleinen Scheere vorkommen.

man ihren Rücken entblößt. In ähnlicher Weise verbirgt sich die rechts davon dargestellte Wollkrabbe (Dromia) unter einem orangerothen Schwamm, der ihren Körper bisweilen völlig umwuchert. Einzelne Arten haben besondere „Rückenfüße", um solche verbergenden Masken bequemer anzubringen oder festzuhalten. Den höheren Krebsen und Krabben kommt im hohen Grade die Eigenthümlichkeit vieler andern Gliederthiere (namentlich Spinnen und Heuschrecken) zu, ihre Beine, wenn man sie an irgend einer Stelle stark klemmt oder brennt oder schneidet, plötzlich abzuwerfen und zwar, wie schon Réaumur beobachtete, stets an einer Stelle dicht an der Hüfte, da wo die Verwachsungsstelle zweier Gelenkglieder durch eine feine Furche bezeichnet wird. Die Ablösung erfolgt durch einen Muskelkrampf, der durch den plötzlichen Reiz, reflektorisch in den Bauchnervenknoten erregt wird, daher unbewußt und selbst bei geköpften Thieren durch sogenannte Selbstverstümmelung (Autotomie). Absichtlich und mit Willen kann

der Krebs die Loslösung, die ihn aus vielen Gefahren errettet, nicht bewirken, wie man daraus ersieht, daß eine an einem Bein gefesselte Krabbe stundenlang vergebliche Versuche macht, um loszukommen. Es ist ein jäher Reiz dazu nöthig, den Loslösungskrampf hervorzurufen.

Ihren stark umgewandelten Körperformen entsprechend, müssen die Krabben besonders zahlreiche Vorfahren-Zustände in ihrer Entwicklung durchlaufen, und ihre Jugendformen sind oft wegen der Unähnlichkeit des Baues als besondere Krebsarten beschrieben worden, während sie eben nur Nachbilder ihrer Vorfahren sind. Vor ihrer letzten Metamorphose bieten sie dann noch das Ansehen eines langschwänzigen Krebses (Fig. 274), aber ähnlich den höchsten Wirbelthieren, den menschenähnlichen Affen, werfen sie zuletzt diesen Schwanz, die auffallendste Erinnerung an ihren Wurm-Ursprung mehr oder weniger vollständig ab (Fig. 275) und suchen sich ganz spät noch dem Luftleben anzupassen, indem sie als lärmende Schwärme das Festland besuchen. Allein sie ermöglichen dies nicht durch Umwandlung der Kiemen in Luftathmungs-Organe, sondern behelfen sich wie einige Fische, mit wassergefüllten Kiemensäcken, um das Athmungsorgan feucht zu erhalten. Besser haben einige der vorerwähnten Ringelkrebse (Seite 399), die Landasseln, sich dem Luftleben anzupassen vermocht, indem sich bei ihnen in die Kiementheile Luftröhren erstrecken, die den mit der allgemeinen Hornhaut der Gliederfüßler ausgekleideten Athmungsröhren (Tracheen) der eigentlichen Luftinsekten ziemlich nahe stehen.

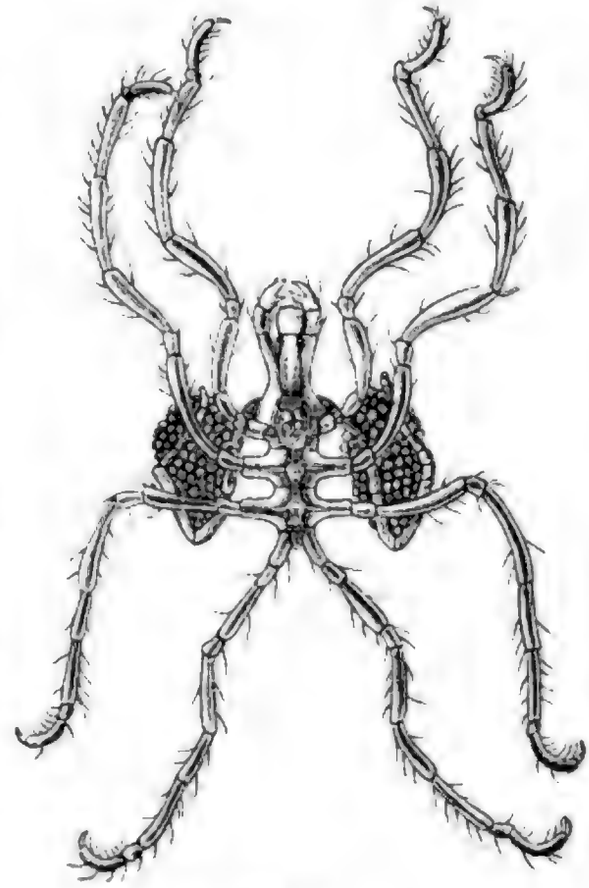


Fig. 276.
Pyknogonide.

Früher glaubte man eine wirkliche Uebergangsfamilie von den Krebsen zu den Spinnen in den sogenanten Krebsspinnen oder Pantopoden zu erkennen, namentlich in der Unterfamilie der Pyknogoniden (Fig. 276), spinnenartigen Meeresthieren, mit harter Schale und engem Leib, dessen Hinterleib ganz verkümmert ist, weshalb der Magen zum Theil in den langen Beinen untergebracht ist, in die sich Blindsäcke desselben, oft bis zum vordersten Gliede erstrecken. Allein Dohrn und Höck haben in

neuerer Zeit zu zeigen gesucht, daß sie weder mit irgend einer lebenden Krebsfamilie noch mit den Spinnen unmittelbar verwandt sind, vielmehr eine eigenartige Familie bilden, der man allerdings ihre Stellung wohl zwischen jenen beiden Klassen anweisen wird müssen. Aehnlich wie bei manchen niedern Krebsen werden die Eiertrauben von den Alten bis zur Reife umhergetragen, und zwar sind es hier die Männchen, deren drittes Gliedmaßenpaar zu Eierhaltern umgebildet ist. Die vier der Fortbewegung dienenden hintern Gliedmaßen sind im Verhältniß zu dem winzigen Rumpfe riesig entwickelt und bei den neuen Tiefsee-Expeditionen des Talisman und Albatroß hat man Arten einer Pyknogoniden-Gattung (Colossendis) emporgezogen, deren Beine eine Fläche von über zwei Quadratfuß umspannten, während der Rumpf kaum die Länge eines Zolles, bei einer Breite von $^1/_8$ Zoll erreichte.

Die Spinnenthiere (Arachnoideen) zeigen bei allen Abweichungen ihrer Organisation doch so viele Aehnlichkeiten mit den Krebsthieren, namentlich mit den Molucken- und Riesenkrebsen, daß man an eine spätere Trennung von einem gemeinsamen Grundstamm denken darf. So hat in neuerer Zeit Barrois in der Entwicklung der Spinnen ein Stadium nachgewiesen, welches er wegen der Formähnlichkeiten geradezu das Limulus-Stadium (Fig. 280) nennt. Den Insekten gegenüber haben sie mit den Krebsen die häufige Verschmelzung von Kopf- und Brusttheil, sowie die Flügellosigkeit gemein; auch ihr Athmungssystem steht oftmals zwischen demjenigen der Landasseln und der echten Röhren-Athmer (Tracheaten) gleichsam in der Mitte, indem die Athem-Röhren nicht den ganzen Körper durchziehen, sondern sich auf ein paar seitliche Säcke (sogenannte Lungen) beschränken. Es mangeln ihnen außerdem die großen Augen und die Fühler, die aber in sehr jungen Zuständen angelegt erscheinen und verloren gehen. Von den Insekten unterscheiden sie sich nur scheinbar durch ein viertes Beinpaar, welches sich bei genauerer Betrachtung nämlich als ein umgewandeltes Kieferpaar zu erkennen giebt. Ja bei den Walzenspinnen (Solpugiden), großen spinnenartigen Thieren der wärmeren Länder, die meist in den falschen Verdacht stehen, einen sehr giftigen Biß zu verursachen, sind sogar die langen Kiefertaster, welche bei den Skorpionen die großen Scheeren tragen, beinartig gebildet, so daß man zehnfüßige Spinnenthiere vor sich zu haben glaubt. Diese Thiere zeigen durch ihren freien Kopf, der bei allen anderen Familien mit der Brust verschmolzen ist, durch die gegliederte Brust und den langgestreckten ebenfalls aus einzelnen Ringen bestehenden Hinterleib an, daß sie dem Grundriß des Spinnenleibes, wie er in den ältesten Formen vorhanden gewesen sein mag, am nächsten geblieben sind. Sie zeigen in dieser Dreigliederung des Körpers in Kopf, sechsbeinige Brust und Hinterleib mit fußlosen Ringeln, sowie in der früh festgehaltenen Zahl von 17 Querstücken (Metameren) eine Entfernung von den Krebsen und eine Annäherung an die Gliederung des Insektenkörpers,

weshalb man an ihrer nähern Verwandtschaft mit Krebsen zweifeln und den Anschluß bei myriapodenähnlichen Ahnen zu suchen geneigt sein könnte.

Die Skorpione im engeren Sinne, welche durch die Skorpionsspinnen oder Geißelskorpione (Pedipalpi) mit den Solpugiden und eigentlichen Spinnen verbunden werden, sind die ältesten Spinnenthiere und vielleicht die ältesten luftathmenden Gliederthiere überhaupt, von denen man fossile Spuren besitzt. Denn bereits in den obersilurischen Ludlow-Schichten von Gotland, Schottland und Nordamerika wurden seit 1884 Skorpione gefunden, von denen die europäischen (Fig. 277) zu der Familie der Paläophoniden gerechnet werden, während der amerikanische Silur-Skorpion (Proscorpius Osborni) der in der Steinkohlenzeit fortlebenden Familie der Früh-Skorpione (Eoscorpionidae) zugerechnet wird. In den Steinkohlenschichten findet man sodann eine größere Anzahl von Arten, die man mit den Silur-Skorpionen zur Unterordnung der Steinkohlen-Skorpione (Anthracoscorpii) zusammenfaßt. Sie besaßen bereits das allgemeine Ansehen unserer heutigen Skorpione, z. B. die Zusammensetzung des Hinterleibes aus sieben vordern, breiteren Segmenten (Praeabdomen), welche auf der Unterseite vorn ein paar kammförmige Anhänge tragen, und das schmalere sechsgliederige, auch als Schwanz bezeichnete Postabdomen, dessen letztes Glied den Giftstachel trägt. Erst bei genauerem Hinschauen erkennt man feststehende Unterschiede von den heute lebenden Skorpionen (Neoscorpii), unter andern darin bestehend, daß die Spindel des kammförmigen Anhanges sich bei den alten Skorpionen aus mindestens 4 oder mehr Platten, bei den jüngeren niemals aus mehr als drei Platten zusammensetzt. Auch in der Kopf- und Augenbildung, sowie in andern erkennbaren Einzelnheiten ergeben sich feststehende Unterschiede.

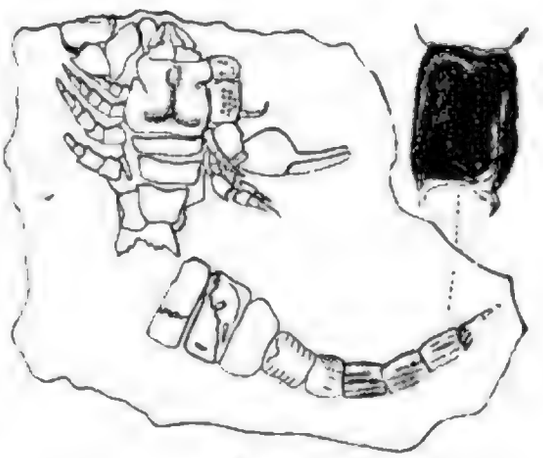


Fig. 277.
Palaeophonus nuncius Thorell und Lindström. Aus dem Ober-Silur von Wisby auf Gotland. Natürliche Größe. Daneben das vorletzte Schwanzglied vergrößert.

In den letzten Decennien hat man in Steinkohlenschichten der schottischen Südgrenze besonders schön erhaltene Skorpione gefunden, sämmtlich zur Gruppe der Eoscorpione gehörig, unter denen sich bereits Individuen von 8 bis 10 Zoll Länge befanden. Es ließen sich deshalb viele Einzelnheiten an ihnen besser erkennen, unter andern die Giftblase. Von ihren Kämmen wurde gesagt, daß sie die sehr eigenthümliche Skulptur der Eurypteriden-Kämme (vergl. S. 385) zeigen. Von den heute lebenden Skorpionen unterschieden sie sich auch durch gestielte Mittelaugen, mit denen sie vor-

wären, schießt mit erstmaligen leben können, wo eine Kugel. Bei mit Kugelwechsel Kugelwechsel beim Schießen mit Pistolen wird nur einmal geschossen. Beim Schießen mit Revolvern oder Selbstladepistolen, die mehrfache Ladungen an den Schießstand oder an den Kampfplatz gebracht werden, ist es verboten, mehr als eine Kugel in den Lauf zu bringen. Wenn eine Kugel versagt, ist es verboten, mehr als eine Kugel in den Lauf zu bringen. Wenn eine Kugel versagt, ist es verboten, mehr als eine Kugel in den Lauf zu bringen.

Fig. 14.
Fechtschablone von vorn. Nach einer alten Originalzeichnung.

Kugelwechsel Kugelwechsel beim Schießen mit Pistolen wird nur einmal geschossen. Beim Schießen mit Revolvern oder Selbstladepistolen, die mehrfache Ladungen an den Schießstand oder an den Kampfplatz gebracht werden, ist es verboten, mehr als eine Kugel in den Lauf zu bringen. Wenn eine Kugel versagt, ist es verboten, mehr als eine Kugel in den Lauf zu bringen. Wenn eine Kugel versagt, ist es verboten, mehr als eine Kugel in den Lauf zu bringen.

Ein Uebergangsglied von den Skorpionen zu den Spinnen, welches auch durch Umbildung des vordersten Beinpaares in lange Fühler einigermaßen an Insekten erinnert, sehen wir noch im giftlosen Geißelskorpion (Phrynus) der Tropenländer und derselbe besaß einen Vorgänger bereits in der Steinkohlenzeit in einem Thiere, welches Buckland für einen Käfer gehalten hatte (Eophrynus Prestvicii Fig. 279 c) Obwohl der Hinterleib desselben bereits die gerundete Form des echten Spinnenleibes aufweist, bestand er doch noch aus 11—12 getrennten Ringen, wobei zugleich eine Dreitheilung, wie bei den Trilobiten in's Auge fällt. Bei den Afterspinnen oder Kankern (Phalangidae), die durch ihre Scheerenbildungen den Skorpionen ebenfalls näher blieben, erhielt sich diese Gliederung des Hinterleibes bis heute, wie wir an den bekannten Weberknechten sehen können. Auch die den echten Spinnen näherstehenden Formen besaßen zur Steinkohlenzeit sämmtlich diesen gegliederten Hinterleib, der in sechs bis acht Ringe zerfiel (Fig. 279 a b d e) und deshalb hat F. Karsch für sie die Gruppe der Steinkohlenspinnen (Anthracomarti) aufgestellt, da sie sich außerdem noch durch die von oben sichtbaren Palpen von den lebenden Spinnen unterscheiden. Sie stellen in allen Punkten Uebergangsglieder von den alten Skorpionsspinnen zu den jüngern Spinnen (Araneïden) ohne gegliederten Hinterleib dar, welche erst viel später in der Jurazeit mit erkennbaren Resten auftraten. Da auch die Kopfbrustringe bei ihnen zu einem Stück verschmolzen sind, so scheint der Körper nur noch aus zwei Theilen zu bestehen, die durch eine dünne „Taille" verbunden werden. Die Verwandtschaft mit den Skorpionen verräth sich bei manchen Raubspinnen (Teraphosiden), namentlich den großen Vogelspinnen, noch durch gewisse zirpende Töne, welche beide Thierarten durch Reibung geriefter Gliedmaßen hervorbringen, um wahrscheinlich dadurch andre Thiere vor Angriffen zu warnen. Die Entstehung aus zahlreichen Ringeln tritt am Hinterleibe der heute lebenden höheren Spinnen nur noch in früheren Entwicklungszuständen (Fig. 280) hervor, unter welchen eine Form auftritt, die noch über die Steinkohlenspinnen zurückgreift und von Barrois als das Limulus-Stadium bezeichnet wurde.

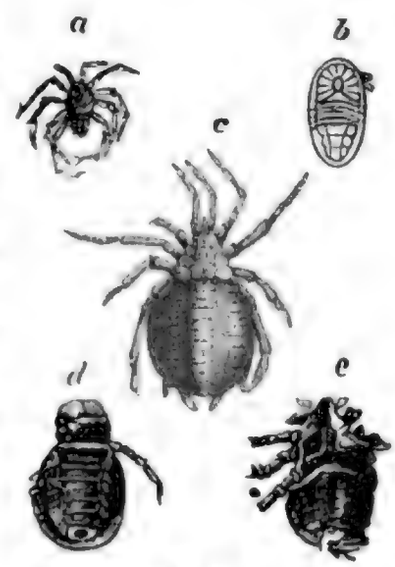


Fig. 279.
Steinkohlenspinnen. a Protolycosa anthracophila. b Architarbus subovalis. c Eophrynus Prestvicii. d e Brust- und Bauchstück von Anthracomartus Völkelianus.

Bei den Netze webenden Spinnen, die den höchsten und spätesten Ausdruck des Spinnen-Ideals darstellen, bildet jeder dicke Hinterleib das Magazin der zähen Spinnflüssigkeit, aus welcher mit oft bewundertem Geschick kunstvolle Fangnetze gewebt werden. Das Material ist eine ganz

ähnliche stickstoffreiche Masse, wie diejenige, welche den gesammten Körperbau der Gliederfüßler umhüllt und selbst die Luftröhren auskleidet, durch welche sie ihrem Körper Sauerstoff zuführen, und das Spinnen ist im Grunde eine Kunst, zu der Gliederfüßler der verschiedensten Klassen (Käfer, Blattwespen, Schmetterlinge u. s. w.) befähigt sind. Allein die Spinnen haben es, indem sie sich speziell auf diese Fertigkeit warfen und sie nicht mehr wie andere Insekten, blos zum Schutze, sondern zum Fange und Broderwerb ausnützten, darin am weitesten gebracht. Der treibende Grund dürfte in dem ursprünglichen Verzicht der Sippschaft auf Flügel, welche ihre Angehörigen auf Netzjagd anwies, zu suchen sein, und zuletzt ersetzt ihnen das Gespinnst noch in anderer Beziehung die von der Schwesterlinie erworbenen Flügel, indem sie sich an ihren Fäden festgeklammert, luftschiffend den Windströmungen anvertrauen. Andererseits giebt es auch Raub- und Sprungspinnen, die keine Netze weben und ihre Beute entweder stillsitzend, in oft harmlosen Verkleidungen (z. B. als Blumenknospe oder Vogelkoth) erwarten, oder im Sprunge überraschen; diese Arten benützen ihre Webekunst nur zum Stricken von Eierbeuteln, in der sie ihre Brut mit sich tragen oder zum Austapeziren ihrer mit Fallthüren versehenen Wohnungen. Die Wasserspinne (Argyroneta) legt einen Wasserpalast oder eine silberglänzende Taucherglocke an, worin sie die Luft blasenweise hinabnimmt und ihre Beute fängt.

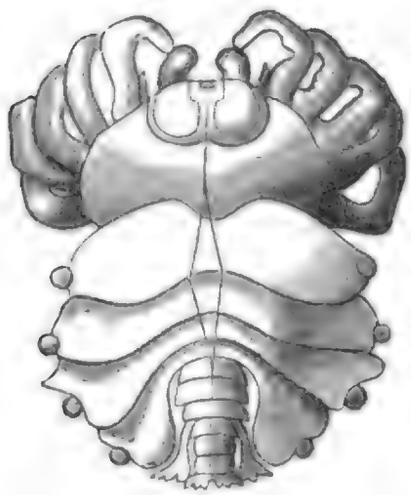


Fig. 280.
Limulus-Stadium der Spinnen.
(Nach Barrois).

Eine andere Klasse von Spinnenthieren, die Milben, Zecken- und Zungenwürmer, widerlegen mit so vielen andern Schmarotzern die voreilige Annahme, daß in der Welt stets nur fortschrittliche Entwicklung zu finden sei. Bei ihnen verschmelzen, ähnlich wie bei den Binnenasseln die Körperringe (S. 400), die beiden Körperhälften der echten Spinnen zu einer ungegliederten Masse, einem Sack, der sich auf Pflanzen oder Thieren parasitisch ernährt, und oft für lange unbeweglich festklammert. Manchmal ist das Spinnenthier nur noch durch das Studium seiner Entwicklungsgeschichte in ihnen zu erkennen und nachzuweisen. Auch hier ist nämlich das Jugendthier ein viel vollkommneres Wesen als der in seinen Sünden versunkene ältere Schlemmer, der zu faul, sich selbst um Nahrung zu bemühen, den fleißigeren Nachbar schröpft. Man glaubt in allen solchen Fällen zu sehen, wie die Natur ihren Fluch an den Stillestand geheftet hat. Die sonst zu dieser Abtheilung der Spinnenthiere gestellten, durch ihre

Eintrocknungs- und Wiederbelebungsfähigkeit ausgezeichneten Bärenthierchen (vergl. S. 145 bis 147) werden von manchen Zoologen neuerdings zu den Infusionsthierchen versetzt.

Während bei den Spinnenthieren vielerlei Anzeichen vorliegen, die es wahrscheinlich machen, daß sie aus einer Umbildung alter Krebsformen hervorgegangen sind, scheinen die Insekten im engern Sinne, von denen sie sich durch stete Flügellosigkeit unterscheiden, sich noch früher und wahrscheinlich schon im ersten Anfang, von dem Geschwisterstamm der Krebs- und Spinnenthiere getrennt zu haben. Zwar beginnen auch die Kerbthiere, Kerfe oder Insekten, welche ihre deutschen, griechischen und lateinischen Namen dem Umstande verdanken, daß ihr aus vielen Querstücken bestehender Leib, der Länge nach mehr oder weniger eingekerbt oder eingeschnitten erscheint — der griechische Ausdruck Entomon und der von Plinius eingeführte lateinische Insectum besagen nichts anderes — in der heutigen Lebewelt mit flügellosen Formen und es bestehen zwischen Insekten und Krebsthieren und noch mehr zwischen Kerfen und Spinnen zahlreiche Uebereinstimmungen im Körperbau. Fritz Müller hat in dieser Beziehung darauf hingewiesen, daß die Zoëa-Larve der Krebse ganz wie die Kerfe drei Paar der Nahrungsaufnahme und drei Paar der Bewegung gewidmete Gliedmaßen, den anhangslosen Hinterleib und die tasterlosen Kiefer zeige. Ebenso ist beiden Thierklassen die geschichtete, von feinen Poren durchsetzte Chitinbekleidung, das zusammengesetzte Auge, und manche weitere Eigenthümlichkeit gemeinsam, und die erste Umbildung des Embryos geht in beiden Abtheilungen der Gliederfüßler in ganz gleicher Weise vor sich, indem die Zellentheilung nur in der äußern, den Dotter umschließenden Schicht stattfindet, aber in der Weiterentwicklung treten mancherlei frühe Verschiedenheiten ein. Man kann daher im Allgemeinen nur sagen, daß beide Abtheilungen aus einer Gruppe von Würmern hervorgegangen sind, deren Körper, wie bei den Ringelwürmern in zahlreiche Querstücke getheilt war. In den Anhangsgebilden dieser Ringelwurm-Ahnen mögen bereits Verschiedenheiten bestanden haben, denn an den Kerflarven treten beispielsweise die für die Krebslarven so charakteristischen Spaltfüße niemals auf. Man könnte demnach annehmen, daß die Krebsthiere von Borstenwürmern mit doppelten Seitenstummeln (Parapodien), die Insekten von solchen mit einfachen Stummelfüßchen herzuleiten seien. Weniger Werth ist auf die durchaus verschiedene Athmungsweise zu legen, die bei den eigentlichen Krustern in mancherlei Kiemen, bei den Spinnenthieren und Kerfen in mit Chitinbändern ausgekleideten Luftröhren (Tracheen) stattfindet, denn ein ähnlicher Ersatz der Wasserathmungs- durch Luftathmungsorgane hat ja auch in andern Abtheilungen des Thierreichs, namentlich bei den Wirbelthieren stattgefunden, ohne daß man deshalb die Luftsäugethiere von andern Ahnen herzuleiten braucht als die Fische.

Eine wenig veränderte Nachkommenschaft der ältesten Luftrohrthiere

(Tracheaten), die indessen bereits mancherlei Anhangsgebilde verloren zu haben scheint, dürfte in dem erst in neuerer Zeit durch Moseley, Balfour und andere Naturforscher genauer studirten Peripatus-Geschlechte auf unsere Zeit gekommen sein. Die über einen großen Theil der südlichen Halbkugel und über heute durch weite Meere geschiedene Regionen verbreiteten, und schon deshalb als uralte Thierformen anzusehenden Peripatiden (Fig. 281) sind raupenartig kriechende, vielfüßige Thiere, die meist im dichten Ufergebüsch oder unter feuchtem, faulem Holz leben, im Wasser dagegen alsbald absterben, so daß man sie früher als eine Art „Krallenwürmer" einfach zu den Borstenwürmern gestellt hatte. Aber schließlich mußte man erkennen, daß man sie in mehr als einer Beziehung als echte Zwischenglieder zwischen Ringelwürmern und Luftröhren-Thieren (Tracheaten) zu betrachten hat, weshalb man sie jetzt meist als Ur- oder Protracheaten zu Vertretern einer besonderen Klasse macht. Mit den Ringelwürmern haben sie die unbestimmte, stark wechselnde Zahl der Abschnitte, die Segment-Nierenkanäle oder Nephridien (vgl. S. 269) und die ungegliederten Stummelfüße gemein, mit den Tausendfüßlern und Insekten, Tracheen, wenn auch noch unvollkommene, die aber nicht, wie man zuerst glaubte, aus diesen Segment-Nierenkanälen hervorgegangen sind sondern wie schon ihre gleichmäßige büschelweise Vertheilung in der Hautbedeckung zeigt, durch Anpassung an die Thätigkeit des Gasumtausches unmittelbar aus Hautdrüsen entstanden sind, wie sie sich bei Blutegeln, Landplanarien, u. a. häufig finden. Daß man die Peripatiden als einen wenig veränderten Urtypus zu betrachten hat, lehrt auch ihre Entwicklungsgeschichte, in welcher als einziger Fall im gesammten Gliedfüßler-Reiche noch die unveränderte Gastrulalarve auftritt, während sie, wie eben erwähnt, bei Krebsen, Spinnen und Insekten durch eine dottergefüllte Kugel ersetzt wird.

Fig. 281.
Peripatus Edwarsii (Cayenne) 2 : 1. Nach Grube.

Unter den heute lebenden Kerfen schließen sich ihnen namentlich die Tausendfüßler (Myriapoden), von denen man schon aus der Steinkohlenzeit mit deutlichen Tracheen versehene Arten gefunden hat, dadurch an, daß bei ihnen ebenfalls eine Beschränkung der Fußzahl und Gliederung des Körpers in drei Hauptabschnitte, wie bei den Sechsfüßlern, noch nicht eingetreten ist. Die Zahl der gleichartigen Metameren steigt bei ihnen von 20 bis 150 und darüber. Nur das Kopfstück mit einem Paar Fühlern und 3 Paar Kiefern, sowie das Schwanzstück sind verschieden, sonst unterscheiden sich Vorderleibs- (Brust-) und Hinterleibsringe nicht von einander, jeder mit Rücken- und Bauchschild versehene Ring trägt ein Paar kurzer, unter sich gleicher, gegliederter Beine. Der innere Bau der Ringe

kommt denen des Sechsfüßler- und Spinnenkörpers bereits nahe; die Segment-Nieren der Protracheaten sind verschwunden. Die ältesten Reste von Tausendfüßlern hat man im schottischen Devon gefunden. Zur Steinkohlenzeit waren sie schon so formenreich, daß die damals lebenden und fossil erhaltenen Arten, von denen manche in hohlen Baumstumpfen der Steinkohlenschichten gefunden wurden (vgl. S. 172), bereits in 2 Ordnungen und vier Familien getrennt werden müssen. Unter ihnen glich **Palaeocampa anthrax** aus der Ordnung der **Protosyngnatha** durch zwei Reihen von Büscheln feiner Nadeln auf dem Rücken einer Bären- oder Bürstenspinner-Raupe, für die sie auch anfangs gehalten wurde. Die **Urvielfüßler (Archipolypoda)** trugen meist noch Rücken- oder Seitenanhänge an den Ringen, ähnlich den Borstenwürmern, und waren, was besonders hervorzuheben ist, neben den Luftathmungsöffnungen (Stigmen) theilweise auch noch mit kiemenartigen Organen für Wasserathmung versehen, so daß man ihnen eine amphibische Lebensweise zuschreiben muß. Manche dieser amphibischen Arten waren ziemlich groß, z. B. **Acantherpestes major** von 0,3 Meter Länge mit centimeterlangen zweiästigen Stacheln, doch kennt man auch lebende Familien-Angehörige ähnlicher Größe, die mit ihren „tausend" Füßen und Gelenken einen unheimlichen Eindruck machen und in der japanischen Mythe zu drachenartigen Ungeheuern auswachsen. Die **Euphoberien** (Fig. 282), von denen 12 Steinkohlenarten bekannt sind, trugen einfache Dornen, die in mehreren Reihen auf dem Rücken und an den Seiten standen. Diese urweltlichen Arten mit Rücken- und Seiten-Anhängen, welche schon im paläozoischen Zeitalter vollständig ausstarben, zeichnen sich noch dadurch aus, daß bei ihnen die Rückenplatten der Ringe mehr oder weniger deutlich aus zwei Stücken zusammengesetzt erscheinen, die später völlig verschmolzen.

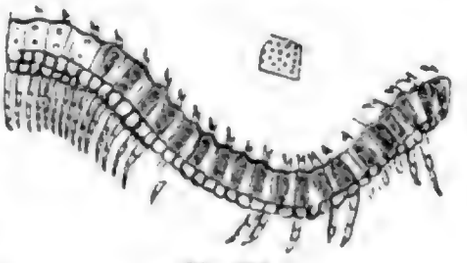


Fig. 282.
Euphoberia armigera. Steinkohle von Illinois. Natürl. Größe.

Unter den heute lebenden, mehr glatten Arten, von denen erst wieder aus der Kreide- und Tertiärzeit fossile Formen, namentlich im Innern von Bernsteinstücken vorkommen, unterscheidet man zwei Ordnungen: die sich näher an die paläozoischen Arten anschließenden **Skolopender (Chilopoden)** mit mehr flachgedrücktem Körper und je einem Beinpaar an jedem Körperring und die **Doppelfüßler (Diplopoden oder Chilognathen)** mit je zwei Fußpaaren an jedem Segment, und mehr walzenförmigem Körper von kreisrundem Querschnitt. Bei einzelnen Arten kommen wohl auch Rauhigkeiten und feine Borsten auf dem Rücken, aber keine Stacheln und Anhänge mehr, wie bei den Archipolypoden vor. Diese gegenwärtig artenreichste und verbreitetste Ordnung war schon in der Tertiärzeit reicher an Gattungen und Arten als die der Skolopender (Chilopoden)

und man hält sie deshalb wohl für die jüngere, doch kommen schon in der Steinkohlenzeit julidenartige Formen vor, die man als Archijuliden den Archipolypoden anschließt. Unter den heute lebenden Myriapoden giebt es gänzlich blinde und sehr augenreiche Arten, die durch den Reichthum an Punktaugen (Ocellen) selbst die Spinnen in Schatten stellen, z. B. Julus londinensis mit jederseits 50 Punktaugen in ungefähr 5 Bogenreihen zu je 10 Ocellen. Diese Augen stehen aber von einander getrennt, und erst wenn man sie dicht aneinander gerückt denkt, würde ein Facetten-Auge, wie bei den meisten Sechsfüßlern entstehen.

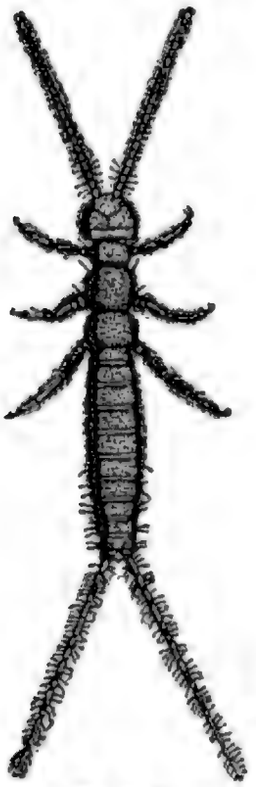


Fig. 283. Campodea Staphylinus. Vergrößert.

Die Ableitung der Sechsfüßler (und ev. auch der Spinnenthiere) von vielfüßigen Ahnen mit der Allgemein-Organisation der Protracheaten und Myriapoden bereitet dem denkenden Zoologen keine größeren Schwierigkeiten, als diejenige der Krebse aus Borstenwürmern: es geschah im Wesentlichen durch Verkümmerung der Beine an den letzten Segmenten und durch Beschränkung der Zahl derselben auf eine gleichmäßige geringere Anzahl. Nur erscheint der Schritt vom Vielfüßler zum Sechsfüßler viel plötzlicher als etwa derjenige vom Urkrebs zum Dekapoden, weil bei den Krebsen die Hinterleibsglieder noch bei unzähligen niedern Formen Fußanhänge behielten. Doch finden wir bei einigen sehr tief stehenden lebenden Insekten, nämlich bei Campodea (Fig. 283) und Japyx, welche die unterste Stufe der Flügellosen (Apteroten) darstellen, noch heute 7—9 Paare bleibender Hinterleibsfüße, die als sogenannte „Griffel" oder „Hüftsporne" bezeichnet werden, sich aber deutlichst als bewegliche, wenn auch verkümmerte Füße zu erkennen geben. An der Innenseite dieser Hinterleibs-Füßchen liegen vorstülpbare Bläschen, welche den Hüftdrüsen der Tausendfüßler und Peripatiden, und den Borstendrüsen der Ringelwürmer entsprechen. Bei den übrigen Apteroten, unter denen der niedliche Zuckergast oder das Silberfischchen (Lepisma saccharina) als häufiger Gast in unsern Wohnungen den meisten Lesern durch seine zierlichen Bewegungen und sein silberschimmerndes Kleid, welche ihn so vortheilhaft von anderen Wohnungsgästen unterscheiden, bekannt sein wird, fehlen die Hinterleibsbeine und bei den Springschwänzen (Poduriden), zu denen die Schnee- und Gletscherflöhe gehören, hat sich der Körper noch mehr verkürzt und der letzte Ring trägt eine Springgabel. Alle diese Thiere sind flügellos und scheinen es auch niemals zur Entwicklung von Flügeln gebracht zu haben, entgegen andern flügellosen Insekten, die ihre Flügel

nur wieder verloren haben, wie z. B. viele Heuſchrecken, Blattläuſe, Flöhe und Käfer, bei denen dann die nächſten Verwandten Flügel beſitzen. In ihrer neuerdings von Uexel und Heymons ſtudirten Entwickelungsart ſchließen ſie ſich derjenigen der Tauſendfüßler eng an, und auch ihre oft in größerer Zahl zu beiden Seiten des Kopfes einzeln ſtehenden Punktaugen erinnern an diejenigen der Tauſendfüßler. Natürlich iſt ihre Sippſchaft ſehr alt und in den durch vorzügliche Erhaltung der in ihnen eingeſchloſſenen Kerfreſte ausgezeichneten Steinkohlenſchichten von Commentry (Allier) konnte Ch. Brongniart ſchon ein halbes Hundert hierhergehöriger, wegen ihrer allgemeinen Behaarung als Rauh-Thierchen (Dasyleptus) bezeichneter Kerfe dieſer niederſten Stufe erkennen. In ſpäteren Schichten und namentlich im Bernſtein ſind zahlreiche den lebenden Formen ſich näher anſchließende Gattungen gefunden worden.

Den eigentlichen Inſekten, die ſtets nur drei Paar Bruſtfüße beſitzen und daher auch Sechsfüßler (Hexapoda) genannt werden, fehlen im ausgewachſenen Zuſtande Hinterleibsfüßchen gänzlich, aber an den Hinterleibsringen der Embryonen von Waſſerkäfern (Hydrophilus) ſah Kowalewsky ſchon vor 20 Jahren fußartige Glieder-Ausſtülpungen, und Graber hat die Unterſeite eines 13 Tage alten Maikäfer-Embryo gezeichnet, die wirklich noch an diejenige eines Tauſendfußes erinnert, ſofern noch außer den drei Bruſtringen neun Hinterleibsringe (bis auf die drei letzten) mit Fußſtummelpaaren verſehen ſind. Am ſiebzehnten Tage waren die 8 letzten Fußpaare verſchwunden, und es hatte ſich nur noch das erſte Hinterleibsfußpaar erhalten, dieſes aber ſtark ſackartig vergrößert, ſo daß es an einen Kiemenſack erinnerte. Ein ähnliches Verhalten beobachtete Graber am Keimſtreifen des 18 Tage alten Eies einer Schnarrheuſchrecke, auch hier war ein viertes Fußpaar angelegt, und er mußte ſich fragen, ob dieſe Hinterleibsfußpaare den Urinſekten vielleicht, ähnlich wie bei den Krebſen, noch als Kiementräger gedient haben möchten? Inſektenlarven mit äußern Hinterleibskiemen werden wir bald kennen lernen. Auch die ſogenannten Afterfüße vieler Raupen, von denen die der Skorpionsfliegen 8 Paare, der Blattweſpen 6—8 Paare und der Schmetterlinge 2—4 Paare tragen, ſind vielleicht doch ererbte Hinterleibsfüße, die andern Larven verloren gegangen ſind; viele Zoologen betrachten ſie jedoch als Neubildungen. Bei den niederen Inſekten iſt die Verwandlung eine ſehr geringfügige und die jugendliche Campodea unterſcheidet ſich ſehr wenig von dem erwachſenen Thier, auch kehren Campodea-ähnliche Larven bei ziemlich vielen Inſekten, namentlich bei Geradflüglern wieder. Bei vielen andern aber ſcheint es, wie erwähnt, als ob ſie in ihrem jüngern Larvenleben zur mehrfüßigen Raupen- oder Madenform der Urtracheaten zurückkehren, um erſt ſpäter die weitere Eintheilung des Körpers, und Ausbildung der verſchiedenen Anhangsgebilde durchzuführen.

Die Geſammtzahl der Rumpfabſchnitte, welche den Inſektenkörper zu-

ſammenſetzen, beſteht in der Anlage gewöhnlich wie bei den Spinnenthieren aus 17 bis 18 Segmenten, von denen 4 in die Bildung des Kopfes, 3 in die der Bruſt und 9 bis 11 in die des Hinterleibes eingehen. Bei den niederſten Inſekten, wie Campodea (Fig. 283) iſt die Zuſammenſetzung ſelbſt des Kopfes und der Bruſt aus einzelnen Ringen noch deutlich erkennbar, bei den Heuſchrecken (Fig. 284) iſt diejenige des Kopfes verwiſcht und erſcheint, wie aus einem Stück, auch die drei Ringe der Bruſt, die bei den Flügelloſen, Urflüglern und Geradflüglern, d. h. den älteren Inſekten überhaupt, noch deutlich getrennt hintereinanderliegen, verſchmelzen bei den jüngeren Inſekten mehr und mehr zu einem Stück, welches von einem gemeinſamen Rückenſchild, z. B. bei den Käfern, bedeckt wird, zuletzt tritt die Zuſammenſetzung des Körpers aus den drei Hauptſtücken, Kopf, Bruſt und Hinterleib durch tiefe Einſchnürungen und dünne Verbindungsſtiele oft noch mehr hervor, z. B. bei Fliegen, Weſpen und Schmetterlingen.

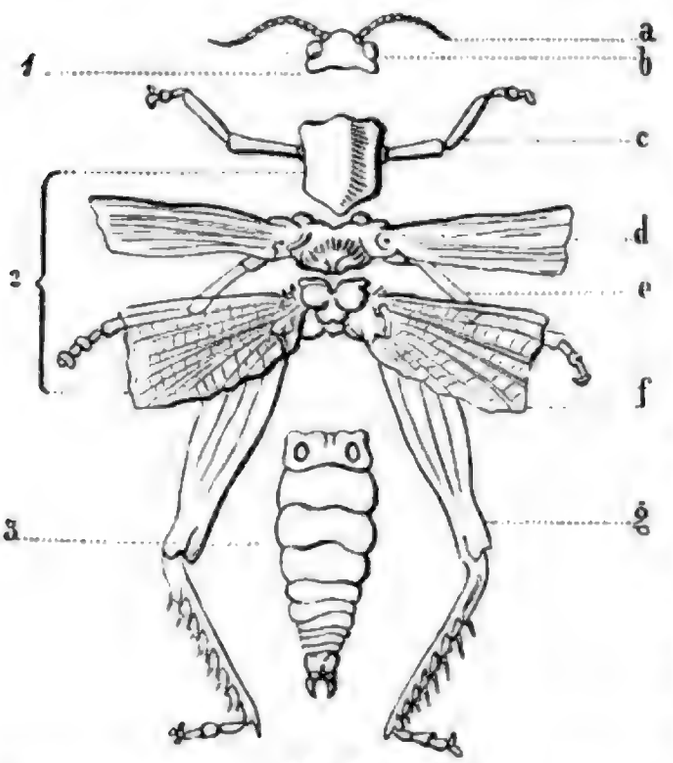


Fig. 284.

Gliederung des Inſektenkörpers (Heuſchrecke). 1 Der aus mehreren gänzlich verſchmolzenen Ringen beſtehende Kopf. 2 Der ſtets aus drei Ringen beſtehende Mittelkörper, welcher die drei Beinpaare und die beiden Flügelpaare trägt. 3 Der aus 10 Ringen beſtehende Hinterleib. a Fühler. b Augen. c Vorderbruſt (Prothorax) mit den Vorderfüßen. d e Mittelbruſt (Mesothorax) mit einem Flügelpaar und den Mittelfüßen. f Hinterbruſt (Metathorax) mit den Hinterflügeln und Hinterfüßen (g).

Von den Einzelnringen tragen, wenn man von den Hinterleibs- und Schwanzanhängen abſieht, nur ſieben ſeitliche Arbeitsgliedmaßen, der erſte Kopfring die Fühler oder Antennen, der zweite ein Oberkiefer- oder Mandibel-Paar, der dritte das Unterkiefer- oder Maxillen-Paar und der vierte das Hinterkiefer- oder Poſtmaxillenpaar, welches gewöhnlich zur ſogenannten Unterlippe (Labium) verwachſen iſt. Die ſogenannte Oberlippe (Labrum) iſt nur ein Stirnvorſprung. Die drei Bruſtringe tragen die drei Beinpaare ſowie bei den geflügelten Inſekten die Flügel, und weil dieſe Ringe die Bewegungsmuskeln enthalten, ſind ſie bei vielen Inſekten breiter als der Hinterleib. Während die Kerfbeine ſich, ebenſo wie die Kopfanhänge und Mundwerkzeuge, von den Beinen der Ringelwürmer und Protracheaten unmittelbar herleiten, ſind die Meinungen über den Urſprung

der Flügel, die den Protracheaten, Myriapoden und Apteroten noch fehlen, getheilt. Die Einen wollen sie von Rückenschuppen der Ringelwürmer, Andere aus blattförmigen Tracheenkiemen, wie sie viele Urinsekten zeigen, noch Andere von fallschirmartigen Hautfalten des Rückens herleiten. Sie werden von Luftröhren, Blutgefäßen und Nerven durchzogen und ihre Beschaffenheit wechselt bei den einzelnen Klassen mehr als die der Beine, die sich in der Regel aus fünf Stücken zusammensetzen: 1. dem rundlichen Hüftglied (Coxa), 2. dem kurzen Schenkelring (Trochanter), 3. dem starken Schenkel (Femur), 4. dem meist schlankeren Schienbein (Tibia) und 5. dem Fuß (Tarsus), der seinerseits wieder aus meist 5 Gliedern besteht, von denen das letzte gewöhnlich ein Paar Krallen oder sog. Haftlappen trägt.

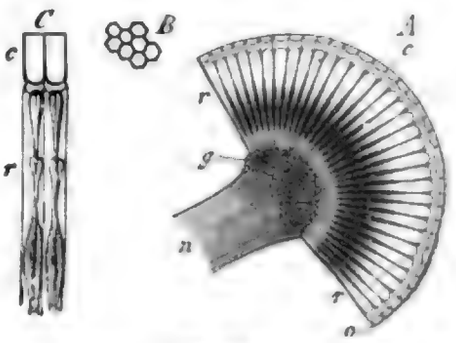


Fig. 285.

A Längsschnitt durch ein zusammengesetztes Gliedfüßler-Auge. c Facettirte Hornhaut, bei welcher jede Facette eine Linse bildet. n Sehnerv. g Nervenknoten desselben. r Aus ihm hervortretende Krystallstäbchen. B Hornhaut-Facetten von oben gesehen. C Krystallstäbchen mit den dazu gehörigen Linsen-Facetten (c) aus einem Käferauge.

Durch Umbildungen aller einzelnen Theile, namentlich der Mundtheile in kauende, stechende und saugende Organe, aber auch der Füße und Flügel entstand die ungeheure Mannigfaltigkeit der Insektenwelt, welche diejenige aller andern Thierklassen überflügelt, so daß man die heute lebenden Kerfe allein auf 400 000 Arten schätzt. Im Ganzen bleibt sich aber das Grundschema des Körpers ziemlich gleich und wenn z. B. Flügelpaare verkümmern, bleiben in der Regel Rudimente, welche die Stelle bezeichnen, wo sie saßen. Selbst die Zahl der Querstücke bleibt sich bei vielen Tausenden hierhergehöriger Thiere nahezu gleich; auch die Sinnesorgane zeigen mit Ausnahme der Fühler, in denen man neben dem Tastgefühl noch den Geruchssinn lokalisirt glaubt, nur wenig Aenderungen. Namentlich bieten die großen Seitenaugen (Fig. 285) die musivisch aus mehr oder weniger Facetten zusammengesetzt sind, und nach der Ansicht neuerer Forscher auch das Gesichtsbild musivisch zusammensetzen, aber mehr zum Erkennen von Bewegungen als zur scharfen Unterscheidung der Formen geeignet sind, nur wenig Fortschritte über das Auge der ältesten Gliederfüßler, der Krebse hinaus. Neben den Seitenaugen finden sich bei vielen Insekten noch einfache, sogenannte Punktaugen (Ocellen), die, gewöhnlich in der Dreizahl auf dem Scheitel stehen, namentlich bei Hautflüglern, Geradflüglern und Halbflüglern; bei andern Klassen, wie z. B. den Käfern, fehlen solche Punktaugen meist ganz, oder treten nur noch an den Larven auf. In den zusammengesetzten Seitenaugen wechselt die Zahl der Linsenstäbchen außerordentlich, sinkt unter zehn und steigt auf viele Hundert, so daß die Augen oft, z. B. bei Libellen und Fliegen, den größten Theil der Kopfoberfläche einnehmen. Das Nervensystem erhebt sich nicht merklich über

dasjenige der Ringelwürmer (Fig. 155) und wenn Lubbock gesagt hat, das stecknadelkopfgroße Gehirn der Ameisen reihe sich in seiner Leistungsfähigkeit nahe dem menschlichen an, so liegt darin ein gut Theil Ueberschätzung der geistigen Fähigkeiten dieser Thiere, auf die wir in einem besondern Kapitel zurückkommen werden.

Gehen wir nun zu der durch fossile Funde verbürgten Geschichte der Insekten über, so haben wir mit der Feststellung zu beginnen, daß die älteste aller bisher gefundenen Spuren ein abgerissener Flügel aus dem mittleren Silur von Jurques in Calvados ist, der nach einer gewissen Aderungsähnlichkeit mit dem Flügel einer Schabe (Blatta) von Brongniart Palaeoblattina Douvillei getauft wurde, ohne daß dadurch etwas Sicheres über seine Zugehörigkeit zu den Schaben gesagt werden soll. Seine einzige Bedeutung ruht in der Bestätigung der schon aus andern Thatsachen, namentlich der Mannigfaltigkeit der Steinkohleninsekten zu erschließenden Wahrscheinlichkeit, daß die geflügelten Insekten damals schon lange vorhanden waren, und daß also der Silur-Skorpion (S. 405) schon geflügelte Gliederthiere zu Zeitgenossen gehabt hat. Die nächstältesten Insektenspuren wurden in devonischen Schichten Neubraunschweigs entdeckt und meist von Samuel Scudder beschrieben. Es sind Thiere, die allem Anscheine nach größtentheils zu den sogenannten falschen Netzflüglern (Pseudoneuroptera) gehören, die man früher mit den eigentlichen Netzflüglern (Neuroptera) zusammenwarf. Später erkannte man, daß sie vielmehr in die unterste Stufe der Geradflügler (Orthoptera) gehören, welche sich, wenn man sie in bedeutend erweitertem Sinne faßt, als älteste Insektenklasse zu erkennen giebt. Diese devonischen Kerfe sind aber meist sehr mangelhaft erhalten, so daß sie nur wenig sichere Schlüsse erlauben, obwohl die schon erwähnten, viel besser erhaltenen Steinkohlen-Insekten von Commentry im Allgemeinen die Richtigkeit des Schlusses bestätigten, daß alle diese ältesten Insekten den Falsch-Netzflüglern nahe standen.

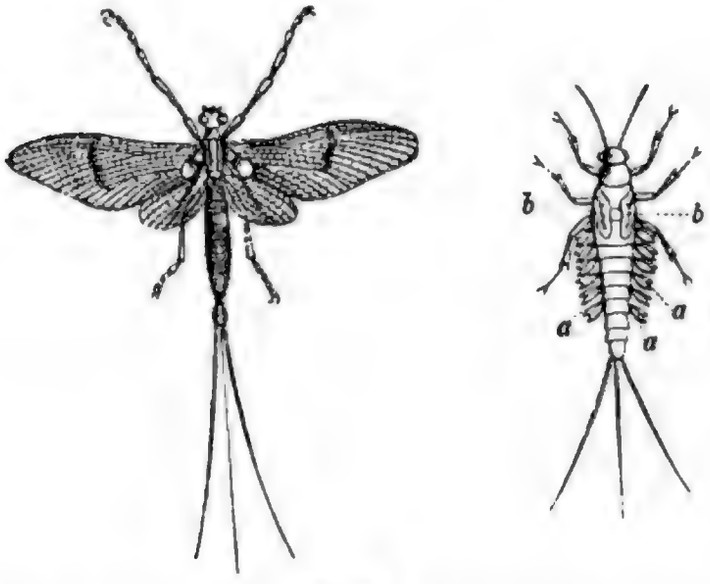


Fig. 286.
Gemeine Eintagsfliege (Ephemera) nebst Larve. a Sechs Paar seitliche, zugleich als Ruderflossen dienende Tracheenkiemen, wie sie die Urinsekten häufig besessen zu haben scheinen. b b Flügelkeime.

Schon die vergleichenden Untersuchungen Gegenbaurs hatten auf

bes Wohnbedürfnisse gebaut, daß sie darauf in gesunder Weise Rücksicht nehmen, daß sie den Grundsätzen der Baukunst nicht widersprechen und daß sie auch in ihrer äußeren Erscheinung einen der jeweiligen Zeitrichtung entsprechenden Charakter zur Schau tragen. Dieses Bestreben ist bei den einzelnen verschiedenen Zeiten sehr verschieden zum Ausdruck gekommen, und wir können, wenn wir uns einen historischen Überblick verschaffen wollen, nur einige Hauptmomente, wie sie sich in den Schlössern Deutschlands, Frankreichs, Englands, Italiens, Spaniens, der Niederlande, Polens und Ungarns ausgeprägt haben, herausgreifen, um einen Überblick zu gewinnen. Die Zahl dieser Schlösser ist Legion, und hier müssen

Fig. 1.

Grundriß des Schlosses Hohenschwangau.

wir uns auf die wichtigsten beschränken.

Mit Recht kann Hohenschwangau in der Nähe eines solchen Schlosses gedacht werden, wie es Hohenschwangau ist (Fig. 1 und 2).

Ursprünglich gehörte Hohenschwangau Rittern, aus denen sich besonders Schwangauer und Leonrod hervorthaten. Im Jahre 1567 kaufte Herzog Albrecht V. von Bayern Schloß und Amt, um es seinem Sohne, dem nachmaligen Herzog Wilhelm V., zu übergeben, damit er sich hier auf der Jagd ausruhen könne. Dieser, dem Jagdvergnügen in der Nähe seiner Residenz nicht genügend, ließ sich 1593 Schloß Trausnitz bei Landshut einrichten, wohin Schloß und Herrschaft Hohenschwangau kamen. Unter Kurfürst Max Emanuel wurden Schloß Hohenschwangau und die dazu gehörigen Ortschaften 1691 an Johann Franz Wilhelm Freiherrn von Freyberg-Hopferau verpfändet, und dieser ließ auf Schloß Hohenschwangau durch Joseph Schmuzer das Schloßgebäude bauen, das Hohenschwangau in der Hauptsache heute noch aufweist. Nach dem Aussterben der Freiherren von Freyberg-Hopferau kam Hohenschwangau durch Kauf 1778 an Johann Nepomuk Graf von Spreti-Schauenstein, dessen Erben es 1820 an Maximilian II. verkauften. Dieser ließ das Schloß 1832 bis 1837 durch Domenico Quaglio restaurieren und ausbauen. Seitdem ist es Eigentum der Wittelsbacher.

mit amphibiſcher Lebensweiſe, deren Larven Waſſerbewohner ſind, in der Mehrzahl waren. Es wurde ſchon erwähnt, daß einige Zoologen geglaubt haben, die Flügel der Inſekten von einer Umbildung der vorderſten dieſer blattartigen Waſſerkiemen ableiten zu können, die bei den Apteroten ganz fehlen. Auch wurde hervorgehoben, daß unter den Steinkohlen-Tauſendfüßlern amphibiſch lebende vorkamen.

Unſere heute lebende Eintagsfliege entſchlüpft, nachdem ſie im Larvenzuſtande Jahre lang im Waſſer gelebt hat, an einem Auguſtmorgen der Nymphenhaut, ſteigt, nachdem ſie ſich noch einmal umgekleidet, fröhlich in die Lüfte, feiert in luſtigem Gewühle ihre Hochzeit, um ſchon nach wenigen Stunden, ohne Nahrung zu ſich genommen zu haben, ihr Daſein zu endigen. Man könnte darnach ſchließen, ſie ſei ein Kind der Zeit, in welcher es außerhalb des Waſſers nur erſt ſparſame Nahrung gab. Wenn wir ein Beiſpiel ſuchen, zur Vergleichung der Kürze unſeres Daſeins mit der Ewigkeit, ſo erinnern wir uns dieſer Eintagsfliege, ohne vielleicht daran zu denken, daß ihre Art und Sippſchaft auf eine ganz andere Ewigkeit zurückblicken kann, als der Menſch und die geſammte höhere Thierwelt. Die Verwandten der Eintagsfliege ſtiegen bereits über den Sümpfen der deboniſchen Zeiten und der Steinkohlen-Wälder empor, und ſie erprobten vielleicht die älteſten Schwingen, die dem Gewürm gewachſen waren, denn auch jenes oben erwähnte Silur-Inſekt dürfte dem Kreiſe der Urflügler näher geſtanden haben, als den Schaben.

Als man zuerſt die Aehnlichkeit verſchiedener paläozoiſcher Kerfe mit Eintagsfliegen, Netzflüglern, Geradflüglern und Gleichflüglern gewahrte, hielt man ſie für viel weiter gehend als ſie iſt und meinte mit den Bezeichnungen Ur-Eintagsfliegen, Ur-Netzflügler, Ur-Geradflügler, Ur-Gleichflügler mehr den zeitlichen als einen morphologiſchen Abſtand markiren zu ſollen. Aber allmählich hat man herausgefunden, daß dieſe paläozoiſchen Familien theilweiſe unter ſich näher verwandt waren, als mit den heutelebenden, nach denen man ſie benannt hatte, daß ſie aber in gewiſſem Grade alle gegen die Urflügler (Archiptern) oder Ur-Eintagsfliegen (Protephemeriden) convergirten, weshalb auch bei den Namen dieſer Gattungen: Gerephemera, Platephemera, Euephemera u. ſ. w. die Erinnerung an unſere Eintagsfliegen häufiger als vielleicht gerechtfertigt wachgerufen wird. Denn manche davon ſtanden den Perlfliegen und Libellen wohl näher oder gehörten den völlig ausgeſtorbenen Gruppen der Breitflügler (Platypteriden), Feinnetzer (Stenodictyopteriden) u. ſ. w. an. Sie unterſcheiden ſich meiſt von den entſprechenden lebenden Vertretern durch weniger vollkommene Verſchmelzung der drei Bruſtringe, durch Schwanzſtück-Anhängſel und nahezu gleiche Größe der vier Flügel, während z. B. bei den lebenden Eintagsfliegen die Hinterflügel kleiner ſind (vgl. Fig. 286). Auch ein gemeinſamer Klaſſenname, wie Altnetzflügler (Paläodictyoptera) hat ſich wegen der merkbaren Sonderrichtungen für die paläozoiſchen Kerfe nicht einbürgern wollen.

Höchst merkwürdig ist das nicht seltene Auftreten eines **dritten** oder eigentlich **ersten Flügelpaares** an der Vorderbrust bei Steinkohlenkerfen der verschiedensten Richtungen, nicht nur bei Falschnetzflüglern wie der großen **Homoioptera Woodwardi**, sondern auch bei libellenartigen Thieren und Vorläufern von Heuschrecken, wie **Lithomantis carbonaria** (Fig. 288), woraus **Brongniart** den Schluß zieht, daß die ersten geflügelten Insekten allgemein wie drei Beinpaare auch drei Flügelpaare besessen, das vorderste Flügelpaar aber früh eingebüßt hätten, so daß es selbst bei Steinkohlen-Insekten stets nur noch im rudimentären Zustande angetroffen wurde. Ein solches erstes Flügelpaar wird bei keinem lebenden Kerf im Imago-Zustande mehr vorgefunden, nur bei gewissen Termiten-Larven will man seine Spuren noch wahrgenommen haben. Gleichwohl hat der von **Brongniart** auf sehr zahlreiche Belegstücke begründete Schluß auf die **Sechsflüglichkeit** der Urinsekten viel Wahrscheinliches, denn daß die Vorbrust heute zwar wie Mittel- und Hinterbrust mit Beinen, aber nicht mit Rückenanhängen versehen ist, bildet eine auffällige Unregelmäßigkeit, die nach einer Erklärung verlangte. Auch war dieses erste Flügelpaar schon von früheren Insektenforschern aus organischen Gleichgewichtssätzen abgeleitet worden und man hatte sogar gewisse Seiten-Anhänge der Vorderbrust bei Wanzen- (**Tingis-**), Fangheuschrecken- (**Choeradodis-**) und Schmetterlings-Arten als umgebildete Reste eines verschwundenen vordern Flügelpaares gedeutet, lange bevor wirkliche sechsflügliche Insekten aus der Steinkohlenzeit zum Vorschein gekommen waren. Offenbar hat sich aber dieses dritte Flügelpaar als Flugorgan, also in physikalischer Richtung, nicht bewährt und man kann sich auch leicht vorstellen, daß durch die Bewegung von sechs Flügeln kein größerer Nutzeffekt erzielt werden konnte, als durch vier oder zwei entsprechend vergrößerte Flügel, während die Regelung von sechs Flugschaufeln dem Körper eine unnütze Anstrengung aufbürdete. Auch bei unsern vierflüglichen Insekten kommt ein solches Verschwinden eines überflüssigen Flügelpaares sehr häufig vor und das gesammte Reich der Fliegen zeigt bekanntlich an Stelle des zweiten (eigentlich dritten) Flügelpaares nur die sogenannten Schwingkölbchen (**Halteres**), zwei so winzige Rudimente der ehemaligen Hinterflügel, daß man die ganze

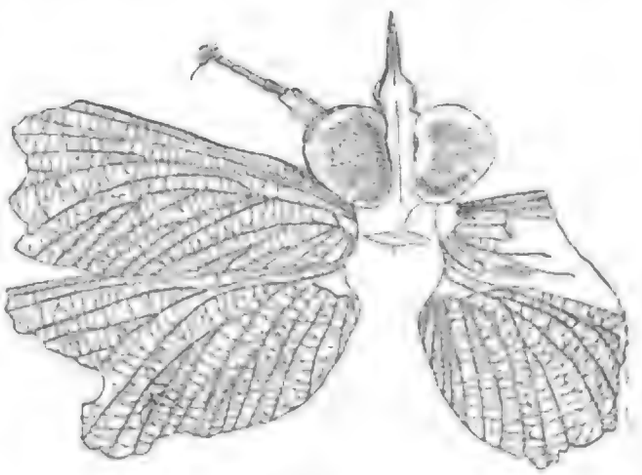


Fig. 288.

Lithomantis carbonaria Woodw. Sechsflügliches Insekt der schottischen Steinkohlenschichten. 2/3 n. Gr.

Erfindung als Vorbilder für Hausbildungen übernommen haben. Als Beispiele seien die vielen Pfahlbauten der Südseeinseln (Fig. 280), die, in der Lehmbauweise (Fig. 281), einen großen, weit nach Asien und Afrika reichenden Kreis bildenden Rundhütten, die Zeltbauten der Nomaden und die so Vielgestaltig bei Holzbauten vorkommenden Blockbauten (Fig. 282) genannt. Auch die Steinbauten haben ihre Vorbilder in Felsenhöhlen, wenn Menschen solche aufsuchten und, wie Beispiele

Fig. 281.

Rundhütten Neuer Hebriden. Im Hintergrund ein Pfahlbauhaus Neuer Hebriden. Nach Lady Brassey.

zeigen, sich mit ihnen nicht bloß Gebäudeähnliches, sie benutzten auch wirkliche Gebäudeteile wie Gebäudeschutz- und Gebäudeabschlußwände.

Diese Gebäude- und wegen der Gebäudeähnlichkeit der Felsenhöhlen auch diese Felsenhöhlen sind Gebäudeschutzwände, wie sie in Fig. 283 und 284 gezeigt sind, wurden Vorbilder, wo Bedürfnis eines größeren, kunstvolleren Luxusgebäudes Erstand suchte; erinnert man sich nur an die Gebäudeschutzwände der Pyramiden, an die Felsenhöhlen, wie sie in Felsen gehauen von Petra in Arabien vorkommen, an die Felsenhöhlen, wie sie wegen Kargheit der Vorbedingtheit zum Wohnen gedient „Jerusalem", d. h. einen Teil der Stadt, wie sie in Felsenhöhlen gebaut ist, wie sie in Fig. 285 und 286 dargestellt sind, an die Felsenhöhlenwohnungen und Felsenkirchen der Kreuzfahrer (Fig.

vieler Waſſerjungfern und Libellen unſrer Tage geſchmückt ſind, ſo kann man den blumenloſen Steinkohlen-Sumpf und -Wald von einem Geſchwirr ſchimmernder Sylphen bedeckt und durchgaukelt denken, die theilweiſe unſere Libellen und Schmetterlinge an Größe wie an Farbenpracht übertroffen haben mögen.

Unter den Ur-Libellen (Protodonaten) der Steinkohlenſümpfe gab es in der That Arten, die wie die hier (Fig. 289) ſehr verkleinert wiedergegebene, alle heute lebenden Inſekten an Flügelweite (die gegen 70 Centimeter betrug) übertrafen, denn obwohl es heute in den warmen Ländern einige ſehr große Tagfalter, Eulen, Spinner, Libellen und Heuſchrecken giebt, erreicht keines dieſer Thiere auch nur annähernd eine ähnliche Flügelſpannung. Dieſe Meganeuren, von denen mehrere Arten gefunden wurden, waren von unſern heutigen Libellen ſehr verſchieden. Sie beſaßen einen dicken Kopf mit enormen Kieferzangen, die auf dem innern Rande mit den ſcharfen Zähnen ausgerüſtet waren, welche der Gruppe ihren Namen (Odonata, die Gezähnten) gaben und die Räuber-Natur dieſer farbeſpielenden Sippſchaft verrathen. Die Augen ſind ſehr groß und rund hervorſpringend, das Vorderbruſtſtück ſehr kurz wie bei den heutigen Libellen, die Mittel- und Hinterbruſtringe einander gleich und deutlich von einander geſondert, ein ſchon erwähnter Allgemein-Charakter der älteſten Inſekten, den man bei den heutigen Libellen nicht mehr findet, während die Flügeladerung ſich weniger verändert hat. Ein ſchon 1882 gefundenes Steinkohlen-Inſekt mit 28 cm langem Hinterleib, welches man eben dieſer ungewöhnlichen Ausdehnung wegen als Titanophasma Fayoli unter die Stab- oder Geſpenſtheuſchrecken, als den einzigen Kerfen, die heute ſo langgeſtreckte Hinterleiber beſitzen, verſetzt hatte, entpuppte ſich bei genauerer Betrachtung ebenfalls als eine der Rieſenlibellen jener Tage, die als die Tyrannen des damaligen Luftreiches betrachtet werden müſſen und den Namen der Drachenfliegen (Dragonflies), den man den lebenden in England beilegt, mehr verdienen würden als dieſe, die ihn nur wegen des ſmaragdgrün und azurblau gefleckten Hinterleibes einiger großen heutigen Arten erhielten. Ueber die ſtagnirenden Gewäſſer der Lias-Inſeln ſchwebten bereits ſtark veränderte, den heute lebenden Libellen viel näherſtehende Formen

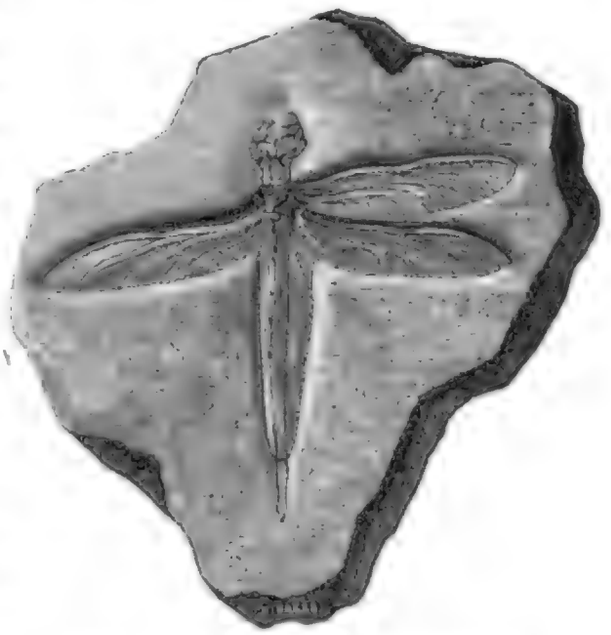


Fig. 290.
Libelle aus dem Liasſchiefer von Solenhofen.

(Fig. 290) dahin. Wenn wir auf manchen Platten des Solenhofer Juraschiefers Hunderte ihrer Larven nebeneinander eingebettet erblicken, müssen wir uns die warme Luft jener Tage in dichten Schaaren von ihnen durchgaukelt denken. Sie sind aber trotz ihrer ätherischen, in allen Farben des Regenbogen schimmernden Formen, die gefräßigen Raub-Insekten geblieben, die pfeilschnell über das Wasser, in welchem ihre Larven ebenfalls vom Raube leben, dahinschießen.

Die Termiten des Steinkohlenwaldes waren den Urflüglern und Urschaben noch recht ähnliche Wesen, die noch nicht die Formen-Mannigfaltigkeit, die geselligen Tugenden und die Instinkte entfaltet hatten, durch die sie sich heute fast den Ameisen an die Seite stellen. Oswald Heer glaubte auch in dem Treiben unserer heutigen Termiten, Schaben und Schnarrheuschrecken, die den menschlichen Wohnungen ihre unerwünschten Besuche abstatten, eine Menge vorweltlicher Züge bemerkt zu haben. Es sind durchaus nächtliche Thiere, die sich in unseren Zonen als Kinder einer wärmeren, schattigen Welt fast nur noch unter dem unfreiwilligen Schutze des Menschen forterhalten. Vergeblich suchen sie die Wärme und Gemüthlichkeit der alten Zeiten im kalten Europa; das Heimchen, welches den warmen Herd aufsucht, der Kakerlak, welcher sich am Backofen einmiethet, sie fühlen nur zu wohl, daß sie Kinder einer wärmeren Sonne sind. Darauf deutet auch hin, daß diese Thiere keinen eigentlichen Puppenzustand besitzen, in welchem sie sonst am besten die kältere Jahreszeit überdauern; die älteren Insekten laufen fast während ihrer gesammten Entwicklung umher und fressen zu allen Zeiten ihres Daseins. Sie sind in der Nahrung seit ihrer frühesten Jugend, wo es noch wenig Auswahl im Gemüse gab, keineswegs verwöhnt und fressen daher so ziemlich alles, was ihnen vorkömmt, und ebensowenig scheinen sie gegen schlechte Luft empfindlich zu sein; man bemüht sich daher oft vergeblich, sie todtzuräuchern, hat doch die Stickluft des Steinkohlenwaldes ihre Wiege umspült!

Erst später traten unter den Termiten dann Arten auf, die größer als alle lebenden waren, z. B. Hagens Termes heros aus dem Juraschiefer von Solenhofen, Heers Termes spectabilis und Termes insignis aus der Schweizer Molasse, mit denen sich die gefürchtetsten lebenden Arten der Tropen, wie z. B. Termes fatalis, nicht messen können. Auffallender Weise hat man auch unter den jüngeren fossilen Termiten, von denen im Bernstein mehr als 150 wohlerhaltene Arten unterschieden wurden, niemals sogenannte Soldaten gefunden, d. h. die sehr eigenthümlichen Formen, die heute die Vertheidigung der Nester übernehmen und oft gestaltlich von den Arbeitern sehr abweichen, z. B. durch stärkere Mundzangen und große Rüssel (die sogenannten Nasen- und Einhorn-Termiten). Man muß das wahrscheinlich so erklären, daß die Soldaten weniger Gelegenheit hatten als die Arbeiter, in die flüssigen Harzmassen hineinzugerathen, möglich ist aber auch, daß die gesellschaftlichen Instinkte,

von denen man in den letzten Jahren entdeckt hat, daß sie wie bei den Ameisen, bis zur Gemüsezucht und Anlage von Pilzgärten gehen, erst in jüngerer Zeit erworben wären. In der That sind auch die oft sehr künstlichen Nester, welche die heutigen Termiten aus meist recht hartem Material erbauen, nur selten oder gar nicht in fossilem Zustande gefunden worden.

Wir kommen nun zu den Geradflüglern (Orthopteren) im engeren Sinne, die früher nur die heuschreckenartigen Thiere umfaßten und erst in neuerer Zeit mit den ihnen sehr nahestehenden Urflüglern und Pseudoneuropteren vereinigt worden sind. Was in der Steinkohlenzeit von Vorgängern unserer Schaben und Kakerlaken, Laub- und Raubheuschrecken vorhanden war, glich auch äußerlich, infolge der damals noch unverdickten, durchscheinenden Vorderflügel, die jetzt zu Flügeldecken geworden sind, den Urflüglern mehr als die heutigen. Man theilt die Schrecken nach ihrer bevorzugten Bewegungsart einfach in Laufende (Cursoria), wozu Schaben und Ohrwürmer gehören, Schreitende (Gressoria), wozu die Raub- und Gespenstheuschrecken zählen, und Springende (Saltatoria), die an den verdickten Hinterschenkeln kenntlich sind, wozu Laubheuschrecken, Feldheuschrecken und Maulwurfsgrillen gerechnet werden.

Von den Schaben (Blattiden) wurde bereits oben eine angebliche devonische, vielleicht hierhergehörige Art erwähnt, aber die Steinkohlenschaben von Commentry sind viel besser erhalten und lassen leicht erkennen, daß sie wesentlich anders organisirt waren, als ihre heute lebenden Nachkommen. Die Weibchen der letzteren legen bekanntlich ihre Eier in harten Kapseln mit 30 bis 50 darin eingeschlossenen Eiern ab und bedürfen daher keiner eigentlichen Legeröhre, wie sie viele Geradflügler und andere Insekten, welche ihre Eier einzeln in die Erde, in Pflanzentheile und lebende Thierleiber befördern müssen, besitzen. Dagegen lassen die Weibchen der Steinkohlenschaben eine lange Legeröhre — oft so lang wie der gesammte Hinterleib — erkennen, und wir entnehmen daraus, daß sie ihre Eier einzeln dem Erdboden, den Rissen der Bäume u. s. w. anvertraut haben. Die heutigen Schaben haben sich also in diesem, wie wahrscheinlich noch in vielen anderen Punkten ihrer Lebensweise und ihrer Organisation stark verändert. Die Zahl der zu Commentry gefundenen Arten ist ziemlich bedeutend und von anderen Fundorten hatte bereits Scudder eine beträchtliche Artenzahl beschrieben, so daß bereits 15 Gattungen dafür aufgestellt werden mußten.

Die Altschrecken (Paläakridier), welche wir als die Ahnen unserer Feld- und Wanderheuschrecken betrachten müssen, erschienen zur Steinkohlenzeit in kräftigeren Gestalten als die Laubheuschrecken; sie waren mit starken Kauwerkzeugen versehen, da sie das härtere Laub der Farnwälder zu verarbeiten hatten und besaßen damals ebenso lange Fühler, wie die Urlaubheuschrecken (Protolokustiden), während jetzt die verkürzten Fühler als Familien-Kennzeichen zur Unterscheidung von den langfühlerig geblie-

benen Lokuſtiden dienen. Die langen und ſchmalen Flügel waren unter ſich in beiden Paaren ähnlich, ihre Nerven verliefen noch weniger veräſtelt parallel, und waren durch feine unveräſtelte Queräderchen verbunden, während ſie bei unſeren Feldheuſchrecken ein dichtes Netz bilden, wie ſchon damals bei den Ur-Laubheuſchrecken. Dieſe waren den heutigen Arten ſchon ähnlicher, da ſie, wie eben erwähnt, die langen Fühler und die Netzaderung bereits beſaßen. Doch unterſchieden ſie ſich durch die Gleichheit und das Freibleiben der drei Bruſtringe, und ihre Hinterflügel falteten ſich noch nicht fächerförmig unter verdickten Vorderflügeln zuſammen, wie wir dies heute bei ihnen wahrnehmen; beide Flügelpaare unterſchieden ſich in ihrer Textur viel weniger als bei ihren Nachkommen, welche dicke, lederartige ſchmale Vorderflügel als Flügeldecken, und zarte breite Hinterflügel bekommen haben, welche die Hauptflugorgane darſtellen.

Es iſt lehrreich, die erſtaunliche Kieferausbildung und darnach wohl ohne weiteres vorauszuſetzende Gefräßigkeit dieſer Thiere mit einer Pflanzenwelt zu vergleichen, die trotz üppigſten Aufſproſſens, blüthenlos, noch keine verarbeiteten Säfte und Zuckerſtoffe ausſchied und vorzugsweiſe hartes, lederartiges Laub darbot, wie es die verwöhnten Inſekten unſerer Zeit kaum noch freſſen mögen. Ungeheure Maſſen mußten verhältnißmäßig von dieſen zähen Faſerſtoffen des Holzes und der Blätter zermalmt werden, um ſelbſt kleinen Thieren den erforderlichen Nahrungsſtoff zu bieten. Sie brauchten ihr ſtarkes Gebiß und mochten ihr gutes Auskommen haben in jener Welt des Holz- und Laub-Ueberfluſſes, dieſe Termiten, Schaben und Heuſchrecken der Steinkohlenzeit. Gewiß war dort viel krankes und abgeſtorbenes Holz wegzuſchaffen und in Moder zu verwandeln, der nachwachſenden Pflanzengenerationen zu Gute kam. Jetzt wäre das nicht mehr ſo nöthig, und die vorweltliche Gefräßigkeit dieſer kleinen Thiere gereicht uns oft wahrhaft zum Schaden und Schrecken. Sie begnügen ſich nicht, unſere Felder und Culturwälder zu verwüſten; ſie greifen das Holz unſerer Wohnungen an, verzehren unſere Speiſevorräthe und ſchonen nicht einmal unſere Kleider, wie es einſt Bory de Saint-Vincent erfuhr, als ihm der ſurinam'ſche Kakerlak während des Abendeſſens, welches er bei dem Gouverneur von St. Helena einnahm, die Sohlen ſeiner neuen Stiefeln zerfreſſen hatte.

Doch horch, trotz der Windſtille, welche die Zweige der Schafthalmbäume ruhen läßt, ein muſikaliſcher Ton, der durch die Lüfte zittert! Es iſt zwar keine ſeelenvolle Melodie, die aus froher Kehle erſchallt, nichts als eintönige Streichmuſik, trockner aneinander geriebener Membranen, ein ſchriller Ton ohne Modulation, aber doch von metallartigem Klange, und vor allem ein Lied der Sehnſucht nach der Geliebten, das erſte Ständchen der Natur. Schon in den devoniſchen Schichten von Neu-Braunſchweig hat Scudder ein zwiſchen Netzflüglern und Geradflüglern in der Mitte ſtehendes Inſekt (Xenoneura antiquorum Fig. 291) gefunden, welches den Tonapparat der Heuſchrecken, nämlich concentriſche Ringe oder Runzeln um die Flügel-

basis besessen zu haben scheint. Sollten diese Grillen, Heuschrecken und Heimchen des Steinkohlendickichts die Erfindung der Geige, den Tönen jener rauhen auf einander geriebenen Zweige der Baumschafthalme entlehnt haben? Jedenfalls war es eine eintönige Begleitung des singenden Säuselns jener Wälder, und es wäre so gar schwer nicht, die Tonhöhe der vorweltlichen Insekten-Musik zu bestimmen. Wie schon Galilei beobachtete, bringt ein Piasterstück mit fünfundvierzig Randkerben beim Reiben auf einem Messer einen um eine Quinte höhern Ton hervor, als ein solches mit dreißig Einschnitten, und ebenso kann man nach der Zahl der Rippen jener Schrillorgane vorweltlicher Thiere ihren Lockton bestimmen. Wer dies wissend, im Frühling die Grillen und Heimchen zum ersten Male vernimmt, mag mit einer vermehrten Antheilnahme, dem eintönigen Concerte lauschen. Denn mit derselben Musik zog einst die junge Brut der Lüfte in die Welt ein, und in unserem Ohre klingt heut das uralte Thema einer vorweltlichen Natursymphonie wieder. Diese Patriarchen der Musik, insbesondere der Familie der Geradflügler angehörend, beginnen jetzt ihre Concerte mit anbrechendem Abend. Das Licht des Mittags, an welches sie sich nicht gewöhnt haben, scheucht sie in ihre dunklen Schlupfwinkel unter Blättern und Erdschollen, aber in der sich niedersenkenden Dämmerung erkennen sie gleichsam den wohligen Schatten der Farnwälder und Bärlappdickichte ihres Urseins wieder. Bei Musikliebhabern setzt man ein geschultes Ohr voraus und neuere Naturforscher, Leydig, Siebold und Ranke, haben darauf hin die Gehörsorgane dieser ersten Musikanten untersucht. Sie konnten schon in dem Kreise der lebenden Heuschrecken eine Fortbildung des Insektenohres nachweisen. Bei den Feldheuschrecken, welche nur schnarrende Töne mit ermüdender Ausdauer hervorbringen, fanden sie, der Erwartung entsprechend, einen einfacheren, aus gleich langen Schwingstäbchen gebildeten Apparat, der nur eine einfache Tonempfindung vermitteln kann, während die Laubheuschrecken, die mehrere und musikalischere Töne erzeugen, auch ein zusammengesetzteres Gehörsorgan mit ungleich langen Schwingstäbchen am Trommelfell aufweisen.

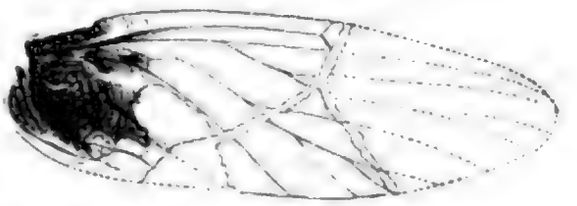


Fig. 291.
Xenoneura antiquorum Scudd.
Devon von Neu-Braunschweig. 2/1.

Eine Geradflügler-Familie der Steinkohlenzeit, welche von den Altschrecken und Ur-Laubheuschrecken einen Uebergang zu den alten Formen der Gespenst-Heuschrecken (Protophasmiden) zu bilden und auch manche Charaktere der Raubheuschrecken (Protomantiden) damit zu vereinen scheint, also eine jener alten „synthetischen" Gruppen, die später auf verschiedene Erben zersplitterte Charakter-Eigenthümlichkeiten noch vereinten, glaubte Brongniart in seiner Hadrobrachypoden zu erkennen, die

ihren Namen nach den kürzeren und kräftigen Beinen empfingen. Ihre Angehörigen sind in den Steinkohlenschichten Frankreichs und Nordamerikas verbreitet. In ähnlicher Weise hatte Scudder in seinen Dictyoneuren die Eigenthümlichkeiten von Urflüglern, Netzflüglern und Geradflüglern (im engeren Sinne), namentlich von termitenähnlichen Thieren, vermischt gefunden. Vertreter der Ur-Gespenstheuschrecken (Protophasmiden) langbeinige, langsam schreitende Pflanzenfresser, die vielleicht den Springheuschrecken etwas vorausgingen, sind aus der Commentry-Zeit schon in vier Gattungen gefunden worden. Mit Ausnahme der wandelnden Blätter (Phyllium-Arten), von denen wir alsbald sprechen, sind die heute lebenden Phasmiden meist stabartig starre, handlang und darüber gestreckte, auf sechs hohen Beinen gerippe- oder gespenstartig schleichende Insekten, die entweder gar keine Flügel besitzen (bei den Gattungen Bacillus und Bacterium), oder doch nur die Hinterflügel, namentlich bei den Männchen noch einigermaßen entwickelt zeigen, während die Vorderflügel, d. h. die Flügel des Mittelbruststringes zu bloßen blattartigen Schuppen verkümmert sind, die den Vorderbrustflügeln der Steinkohlen-Insekten (Fig. 288) gleichen. Auch das hinterste Paar ist kaum genügend entwickelt, um den massigen, oft 30 Centimeter Länge erreichenden Körper für längere Zeit in die Lüfte zu erheben. Sie erinnern darum an die lediglich symbolischen Flügelchen, mit denen die alten Künstler ihre Flügelschlangen und Amoretten darstellten, bis sie bei den eigentlichen Stabheuschrecken ganz verschwanden. Ein Witzling könnte über die Mutter Natur spotten, die manchen Phasmiden solche unzulänglichen Flügel wachsen ließ, aber die Ur-Phasmiden des Steinkohlenwaldes lehren uns, daß jene Miniaturflügel nur verkleinerte Reste, gleichsam Erinnerungen an zwei bei den Ahnen groß entwickelte Flügelpaare sind, die der zweite und dritte Brustring trug, während das erste Flügelpaar bei ihnen bereits völlig verschwunden war. Diese großen Flügel der Ur-Phasmiden waren mit dunkleren und helleren Streifen, z. B. bei Protophasma Dumasii verziert, die im Leben wahrscheinlich farbig schimmerten.

Die Raubheuschrecken oder Mantiden, welche in Gestalt der Gottesanbeterin (Mantis religiosa) — sogenannt nach ihren zu fürchterlich bestachelten Fangarmen umgebildeten Vorderbeinen, die sie in der Ruhe, vor der tödtlichen Umarmung, wie fromme Beterinnen zum Himmel erheben — bis Mitteldeutschland vom Süden her vordringen, waren ebenfalls schon in der Steinkohlenzeit durch mannigfache Gattungen vertreten, bei denen indessen die Vorderfüße noch nicht zu jenen den Armen der sog. „eisernen Jungfrauen" gleichenden Mordwerkzeugen umgebildet waren. Neben den Protomantiden hat Brongniart auch schon eine Urgrille oder Grabheuschrecke (Protogryllacris) beschrieben, so daß mit Ausnahme der Fächerflügler (Forficularien), zu denen unsere erst aus der Lias- und Tertiärzeit bekannten Ohrwürmer gehören, sämmtliche Hauptabtheilungen der Geradflügler oder Heuschrecken in, wenn auch mit-

Fig. 1 Cecropia Moth

Digitized by Google

unter noch etwas undeutlichen und unentschiedenen Anfängen schon in der Steinkohlenzeit vorhanden waren. Die Orthopteren im weiteren Sinne bilden daher so recht eigentlich die Hauptmannschaft der paläozoischen Insekten.

Bei den Heuschrecken der verschiedenen Abtheilungen hat das Bedürfniß, sich im Laube zu verstecken, theils um von seinen Feinden nicht leicht gesehen zu werden, theils auch um die Beute bequemer zu überschleichen, manche sehr seltsame Verkleidungen erzeugt, von denen einige der merkwürdigsten auf der beigehefteten Tafel: „Blatt-, Zweig- und Moos-Heuschrecken" dargestellt wurden, weil sie zu den besten Erläuterungen der Wirkungen des Kampfes um's Dasein gehören. Bei dem wandelnden Blatt (Phyllium siccifolium, Figur E) haben Flügel, Hinterleib und selbst ein Theil der Beine grüne Farben und blattartige Formen gewonnen, die das Thier im Laube ganz unkenntlich machen. Unter den Stabheuschrecken giebt es viele Arten, die, wie der hier abgebildete (Bacillus Mozambicus (F), im erwachsenen Zustand jede Spur von Flügeln verloren haben, und dann gänzlich grünen, gelben, grauen oder braunen Zweigen gleichen, um so mehr, da sie die langen Beine unsymmetrisch bewegen. Auch die Larven bedürfen solcher schützenden Aehnlichkeiten, wie die von Th. Belt in Nicaragua beobachtete moosartige Larve einer Phasma-Art (Fig. C) beweist. Am weitesten gehen diese Nachahmungen von Pflanzentheilen in den für gewöhnlich zusammengelegten Vorderflügeln einer Laubheuschrecken-Gattung (Pterochroza) von der drei Arten (A, B, D) in der Mitte unserer Tafel dargestellt sind. Diese Oberflügel gleichen noch viel täuschender, als es in unserem Farbendruck wiedergegeben werden konnte, theils grünen, am Rande verwelkten, theils herbstrothen, mit Schimmelpilzen bedeckten und von Minirraupen angefressenen Blättern, wie sie jedes laubfressende Thier verschmähen würde. Bei der kleinen Pterochroza erosa (D) haben sie auf das täuschendste das Ansehen eines vollkommen skelettirten und zerfressenen vorjährigen Blattes angenommen. Für das Thier bleibt es natürlich die Hauptsache, von Insekten fressenden Wirbelthieren übersehen zu werden. Die Mantiden kleiden sich häufig in die rothe, blaue oder gelbe Farbe der Blüthenköpfe, auf denen sitzend, sie auf Raub lauern.

Ein andres, bei den Heuschrecken besonders gut ausgebildetes Mittel, Gefahren zu entgehen, besteht in der Leichtigkeit, mit der sie gefährdete Beine fallen lassen können, weil ihnen dieselben leicht wieder wachsen (vgl. S. 160). Wie bei den Krebsen findet sich dicht an der Hüfte zwischen Schenkelring und Schenkel eine spröde Stelle, die durch eine kleine Furche angedeutet ist, in welcher das Bein, bei einer Pressung oder Reizung durch einen automatischen Muskelkrampf sogleich abbricht. Es scheint nicht, daß diese bei andern Gliederfüßlern nicht bestehende Verwachsung von Schenkelring und Schenkel eine spät erworbene Wohlfahrtseinrichtung ist, um eine Stelle für Autotomie zu schaffen; Bordage glaubt vielmehr diese Bruchstelle

ſchon bei Steinkohlen-Inſekten vorgeſehen zu finden. Uebrigens wachſen nicht alle Beine mit gleicher Leichtigkeit wieder und bei den Sprung-Heuſchrecken ſind die Sprungbeine, bei den Raub-Heuſchrecken die Fangbeine ausgenommen, auch wachſen ſie nur den Larven leichter neu und zwar ſproſſen unter einem die Bruchſtelle bedeckenden Häutchen ſpiralig eingerollte und erſt nach der Häutung frei werdende und ſich ſtreckende Beine hervor, die ſtatt fünf Fußglieder, deren nur vier beſitzen.

Auch unſre Gleichflügler (Homopteren), die zur Ordnung der Halbflügler (Hemipteren) oder Schnabelkerſe gezogen werden und die mannigfachen Zirpen und Cikaden Arten, ſowie die Laternenträger umfaſſen, beſaßen in der Steinkohlenzeit bereits erkennbare Vorgänger. Die Ur-Laternenträger (Protofulgoriden) zeichneten ſich durch einen ſtämmigeren Wuchs, dicken Kopf und große vorſpringende Augen vor ihren Nachkommen aus, ſo daß ſie ſich im Geſammtbilde mehr unſern Cikaden näherten. Während die heutigen Laternenträger nur kurze Fühler beſitzen, erfreuten ſich jene carboniſchen Arten langer Antennen und an einem Stück maßen dieſelben 55 mm. Dagegen waren die Mundorgane kurz und noch nicht zu jenem langen Saugrüſſel umgebildet, wie bei den Nachkommen. In der Flügeladerung kommen ſie derjenigen der lebenden Gattung Phenax am nächſten. Es ſind bisher vier Gattungen ſolcher carboniſchen Laternenträger beſchrieben, zwei Fulgorina-Arten aus Saarbrücken von Goldenberg, die Rhipidioptera- und Dictyocicada-Arten Brongniarts und die amerikaniſche Phtanacoris occidentalis von Scudder, welche ſchon die Halbirung der Vorderflügel zeigt, auf welche ſich der Name Hemipteren (Halbflügler) bezieht. Die Baſalhälfte des Flügels iſt nämlich lederartig dick geworden, während die Spitzenhälfte dünnhäutig blieb. Es ſchließt ſich hier die anziehende Familie der carboniſchen Langſchnäbler (Mecostomata) an, welche zuerſt den Schnabel-

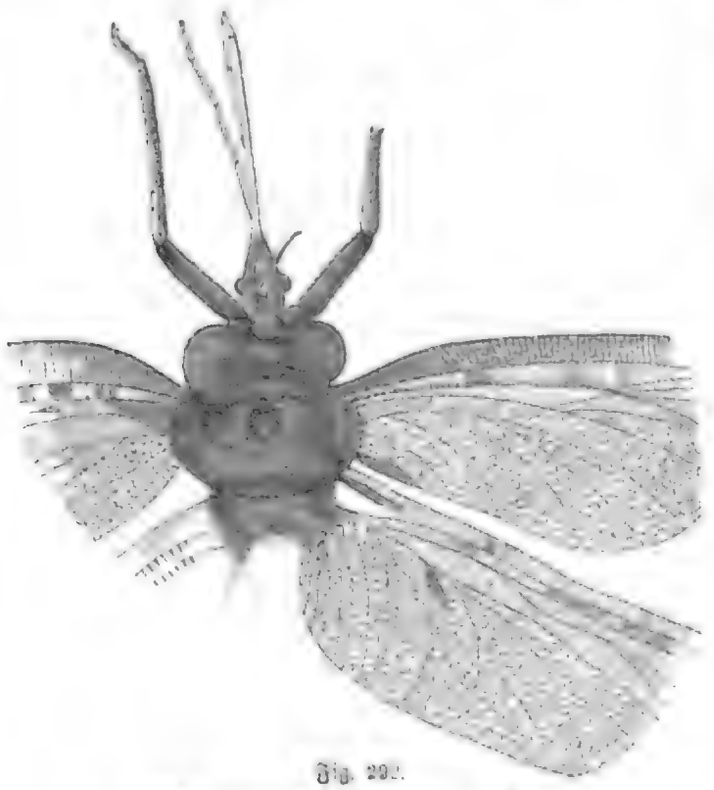


Fig. 292.
Eugereon Böckingi Dohrn. 2/1.
Aus dem Todtliegenden von Birkenfeld und in Böhmen.

apparat der Cicaden, Blattläuse und Wanzen mit dem Flügelgeäder der Falschnetzflügler verbunden zeigt. Brongniart hat eine seiner carbonischen Arten (Mecostoma Dohrni) dem Stettiner Entomologen, der schon vor einer Reihe von Jahren einen solchen langbeinigen Schnabelkerf (Eugereon Fig. 292) aus permischen Schichten beschrieben hatte, gewidmet. In den Lias- und Jura-Schichten kommen dann schon Laternenträger, Singcikaden, Blattläuse, gewöhnliche und Wasserwanzen vor, die den heute lebenden immer ähnlicher werden. Die Wanzen sind, nebenbei bemerkt, wohl die einzigen Insekten, von denen sich eine Sippschaft, die Halobatiden oder Meer-Ruderwanzen in das offene Meer hinausgewagt hat, auf dessen Oberfläche sie pfeilschnell umherlaufen.

Werfen wir hier einen Blick zurück auf die drei oder vier Sechsfüßler-Ordnungen, die bisher sicher in paläozoischen Schichten nachgewiesen sind (Flügellose, Falsch-Netzflügler, Geradflügler und Gleichflügler), so tritt uns die lehrreiche Thatsache entgegen, daß unter ihnen eigentliche Netzflügler, Fliegen und Hautflügler (Ameisen, Wespen und Bienen), Käfer und Schmetterlinge noch gänzlich fehlen. Man hat zwar früher einige karbonische Fundstücke auf Käferflügeldecken gedeutet (vgl. Fig. 278) aber wahrscheinlich ganz mit Unrecht, da später keine derartigen Fossile mehr zum Vorschein gekommen sind. Der einzige Grund, der heute noch dafür angeführt werden kann, daß doch vielleicht wenigstens die Anfänge einer Käferwelt vorhanden gewesen sein möchten, liegt in der Auffindung einiger verkohlter Holzstücke, die nach allen Richtungen von Bohrlöchern durchzogen sind, wie sie heute von gewissen Holzkäfer-Larven hervorgebracht werden. Scudder meint, daß solche Urholzkäfer der Steinkohlenzeit ihre Bohrgänge vielleicht überhaupt nicht verlassen haben und daß von der Bewegung im harten Holze möglicher Weise die Erhärtung der Vorderflügel, welche für die Käfer so charakteristisch ist, abzuleiten sei. Aber die Bohrgänge können vielleicht auch von andern Kerflarven herrühren als von unerkannten Urkäfern ohne Flügeldecken.

Dieser Umstand erinnert uns daran, daß für die carbonischen Insekten im Allgemeinen, neben dem Rest des ersten Flügelpaars und der unvollendeten Verschmelzung der drei Brustringe, die gleichartige Beschaffenheit der beiden ihnen verbliebenen Flügelpaare nach Form, Größe und Textur besonders charakteristisch ist. Verdickungen der Vorderflügel, welche bei jüngeren Kerfen (Heuschrecken, Käfern, Wanzen und andern Hemiptern) oft dazu geführt haben, sie als Flugorgane mehr oder weniger außer Gebrauch zu setzen und sie nur noch als Schutzdecken für die den Flug dann allein vermittelnden Hinterflügel zu benützen, waren damals noch nicht, oder nur höchst ausnahmsweis vorhanden, denn solche härteren Kerfflügel müßten sich, wenn vorhanden, doch vorzugsweise erhalten haben. Die Flügel haben sich später immer mehr den Lebensanforderungen entsprechend gewandelt, aus anfänglich sechs sind vier geworden, die bei den Netzflüglern und Falschnetzflüglern, gewissen Zirpen, Hautflüglern und Schmetterlingen alle

vier in Gebrauch blieben, wobei die Vorderflügel in der Ruhe meist die hinteren bedecken. Bei den Fliegen sind die hintern, bei vielen Phasmiden die vordern Flügel verloren gegangen; bei andern sind alle beide Paare verschwunden, Ameisen und Termiten werfen sie nach dem Hochzeitsfluge an einer vorgebildeten Trennungslinie ab. Bei zahlreichen Käfern wachsen die Flügeldecken oder Vorderflügel in der Naht zu einem untrennbaren Panzer zusammen, unter welchem die nun eingeschlossen zur Unthätigkeit verdammten eigentlichen Flügel bald gänzlich verkümmern, aber im Jugendzustande manchmal noch erkennbar bleiben.

Besonders charakteristisch für die ältern, schon in der Karbonzeit vertretenen Kerf-Linien ist, daß sie sämmtlich die für die höheren Insekten charakteristische vollkommene Verwandlung (Metamorphose), die durch die Verpuppung der Larven in Gehäuse und durch die Puppenruhe eingeleitet wird, noch nicht besaßen. Bei den niedern Insekten, zu denen alle karbonischen Kerfe gehören, bleibt das aus dem Ei geschlüpfte Junge bis zu seiner letzten Ausbildung beständig thätig (aktiv); es läuft umher und sucht seine Nahrung, bis ihm nach vielen Häutungen die Flügel wachsen und sein Geschlechtsleben beginnt. Das dem Zustande der Puppe oder Chrysalide bei ihnen entsprechende Entwicklungsstadium wird als Nymphe bezeichnet. Mit dem Auftreten der Puppenruhe, die also nur den jüngern Insekten eigenthümlich ist, vielleicht weil sich vor ihrer Erscheinung kältere Jahreszeiten ausgebildet hatten, scheidet sich die alte und neue Zeit des Kerflebens und Packard schlug daher schon 1863 eine auf diesem Verhalten beruhende Anordnung der Kerfe in zwei übereinanderstehende Abtheilungen vor, die wir in nachfolgender Tabelle zur bessern Vergleichung nebeneinanderstellen, worin die Kerfe mit unvollkommener Verwandlung (Ametabola oder Heterometabola) die ältern und die mit vollkommener Verwandlung (Metabola) die jüngern darstellen:

Ametabola: (Falschnetzflügler, Geradflügler, Gleichflügler)	Metabola: (Netzflügler, Zweiflügler, Hautflügler, Schmetterlinge)
1. Die drei Körperabschnitte (Kopf, Brust, Hinterleib) weniger scharf geschieden.	1. Die drei Körperabschnitte (Kopf, Brust, Hinterleib) schärfer geschieden.
2. Die drei Brustringe wohlgetrennt.	2. Die drei Brustringe mehr verschmolzen.
3. Mund zum Kauen fester Nahrung. Saugmund selten.	3. Mund zur Aufnahme weicher oder flüssiger Nahrung.
4. Vorder- und Hinterflügelpaar ursprünglich einander gleich.	4. Hinterflügel meist kleiner oder fehlend.
5. Larve robust, dem erwachsenen Thiere bereits ähnlich.	5. Larve weich (Made oder Raupe) dem erwachsenen Kerf ganz unähnlich.
6. Chrysalide selten unthätig.	6. Chrysalide meist unthätig.
7. Metamorphose unvollkommen.	7. Metamorphose vollkommen.

In dieser Tabelle sind die Käfer absichtlich übergangen worden, weil sie mancherlei Eigenschaften beider Hauptabtheilungen zeigen; doch neigen sie mehr den Metabolen zu. Bei den Netzflüglern dagegen bewegt sich die Chrysalide und läuft, bevor sie Flügel bekommt. In der Natur trifft man eben überall auf Uebergänge und jede Eintheilung, die mit festen Strichen Grenzen zu ziehen versucht, behält ihre Ausnahmen und Unvollkommenheiten. Im Allgemeinen jedoch trennt die Art der Formausbildung am besten die alten Insekten, von denen wir bisher allein ausführlich gesprochen haben, von den jüngern, zu denen wir nunmehr übergehen. Es sind die Käfer, Netzflügler, Fliegen, Hautflügler und Schmetterlinge.

Von den Käfern (Coleopteren), die aus einer Seitenlinie der alten Geradflügler hervorgegangen sein mögen, erschienen schon am Eingange der Sekundärzeit mit Ausnahme der von Blüthensaft lebenden Käfer, Vertreter aus den meisten übrigen Ordnungen; Holz- und Mooskäfer liefen umher, Prachtkäfer sonnten ihre Flügeldecken, Sprungkäfer, die, auf den Rücken gelegt, sich zur Freude der Jugend hoch emporschnellen, übten schon damals ihre Künste, der Drehkäfer zog auf den Süßwasserflächen, einem geübten Schlittschuhläufer gleich, seine blitzschnellen Kreise; unter seinen Bahnen schwammen in ansehnlicher Größe kräftige Wasserkälbchen. Ja die ersten Blattkäfer zeigten sich bereits, und Dungkäfer deuteten auf das Alter ihrer mit den frühesten Landsäugethieren auftretenden sonderbaren Liebhaberei; sie verrathen beinahe schon früher, als deren Kieferreste zurückreichen, das Dasein ihrer Ernährer. Man möchte sagen, daß die Käfer in dem Reichthum ihrer Arten die Idee der Luftinsekten am vollkommensten ausgeprägt haben. Und zwar hauptsächlich in der Gliederung jenes äußern, aus einer besonderen Hornsubstanz (Chitin) gebildeten Skelettes, welches alle Glieder und Gelenke, sogar die zarten Flügel mit einem Panzer bedeckt. Nirgends sonst ist der Grundplan des Insektenkörpers in einer solchen Strenge durch zahllose Variationen hindurchgeführt, nirgends ist es deutlicher sichtbar, daß die Gliederveränderungen durchweg nur Anpassungen an verschiedene Lebensweisen sind, wie die schaufelartigen Vorderbeine der grabenden Käfer, die Schwimmbeine und der nachenförmige Körperumriß der Schwimmkäfer, die Körper-Abplattung gewisser unter der Rinde der Bäume lebender Käfer, die manchmal fast bis zur Papierdünne geht, die Umbildung der Mundtheile bei Laubfressern, Saftleckern, Blumen- und Raubkäfern, Dung- und Aaskäfern. Andre sind mit Hornauswüchsen am Kopf- und Rückenschild versehen, die theils als Werkzeuge und Waffen, theils als Schmuck wirken. Viele endlich sind mit Prachtfarben geschmückt, namentlich die Cetoniden unter den Blatthornkäfern, die in Gold-, Silber-, Kupfer- und Edelsteinglanz strahlen und die darnach sogenannten Prachtkäfer (Buprestiden). Auf manche besondre Anpassungen der Käfer wird später noch zurückzukommen sein.

Von den Halbflüglern, die in der Jurazeit vielseitiger geworden waren,

zweigten sich vermuthlich die Fliegen oder Zweiflügler (Diptera) ab, Insekten, bei denen sich alle drei Kiefer in Stech- und Saugorgane umgewandelt haben. Die Zweiflügler haben die nur noch als sogenannte Schwingkölbchen angedeuteten Hinterflügel verloren, während manche sogar beide Flügelpaare einbüßten, indem sie sich einer halbparasitischen Lebensweise anpaßten, und nicht wenige von ihnen ihre Jugendzeit im Körper andrer Thiere, wie die Bremsen, oder im faulenden Fleisch, in gährenden Flüssigkeiten u. s. w. verleben. Somit ist das ganze Insektenreich ein fortlaufender Beweis der Umwandlungslehre, die auch in ihrer persönlichen Entwicklung (Metamorphose) zuerst in die Augen fiel und studirt wurde. Noch heute sehen wir die meisten Insekten, auch viele stechenden und saugenden, welche das Dasein einer höheren Pflanzen- und Thierwelt voraussetzen, ihren Lebensgang als kauende, gefräßige Larven beginnen und so durch die nachträgliche, durchgreifende Umbildung ihrer Mundtheile den Beweis ihrer Abstammung immerwährend wiederholen, wie sie andererseits das Forschungsergebniß bestätigen, daß die höheren Pflanzen und namentlich die blühenden, erst viel später erschienen sind. So stützt in der Erdgeschichte eine Beobachtung die andere.

Die Hauptumwälzung im Insektenreiche wurde durch die Erscheinung der Blumen im sekundären und tertiären Zeitalter bewirkt. In den ältesten Zeiten blüheten die Pflanzen, ohne Duft zu verbreiten und ohne glänzende Farben zu entfalten. Aber anstatt der verborgen blühenden Pflanzen der Steinkohlenwälder, der offenblühenden Nadelhölzer, sowie Aehren- und Kätzchenblüthler einer späteren Zeit, die der Wind befruchtete, bedeckten sich im Ausgange der Sekundärzeit die Bäume mit schwellenden Blumen-Knospen, die endlich zitternd aufbrachen und ihren Duft durch die Wälder sandten. Geschäftig eilen die damals einzigen Kinder der Luft, die Insekten, in Schaaren herbei und bewundern als die ersten diese neue Erscheinung. Sie athmen berauscht den göttlichen Duft, sie kosten den Nektarsaft, der sich im Grunde der Blüthe absondert und tragen an Köpfen und Füßen den Blumenstaub wie einen Gruß von der einen zur andern Blüthe. Von jetzt ab brauchen die Blumen nicht mehr auf günstigen Wind zu warten, nicht mehr Unmassen von Blumenstaub zu produciren, um ihn, oft nutzlos dem Zufallswinde anzuvertrauen. Es melden sich sparsamere Vermittler, die wie Amoretten von Blüthe zu Blüthe gehen, und solche Blüthen begünstigen, die sie durch Größe, lebhafte Farben, Düfte und reichliche Nektarabsonderung anziehen. Der dadurch angefachte Wettstreit der Blüthen macht sich bald bemerklich. Der bisher so düstere Wald ist ein Park, die Lichtung ein Blumengarten geworden, um die Erde mit einem bunten Kranze zu umgürten. Dem Fortschritte in der stummen Welt entspricht Schritt für Schritt eine Umwälzung in der summenden der Insekten. Wozu jetzt noch diese zermalmenden Kauwerkzeuge, diese als Sägen und Bohrer arbeitenden Kiefer, deren man für die Zermalmung

des Holzes und der Lederblätter im Steinkohlenwalde allerdings bedurfte? Hier boten sich offen süße und gewürzhafte Blumen- und Fruchtsäfte, zu deren Gewinnung man nur eines Leckorganes, eines Saugrohrs oder eines Rüssels am Munde bedurfte. (Fig. 293.) Bei einem Urflügler oder Netzflügler verwandeln sich das zweite und dritte Kiefernpaar in eine Art Zunge oder Rüssel und es gehen aus den blos kauenden Urinsekten die zugleich leckenden Immen oder Hautflügler hervor, zu denen die Bienen, Wespen und Ameisen gehören. Die Ameisen, bei denen die Kauwerkzeuge noch am stärksten entwickelt sind, erscheinen als erste Hautflügler schon in der Mitte der Jurazeit, die Bienen und Wespen mit ihrem völlig

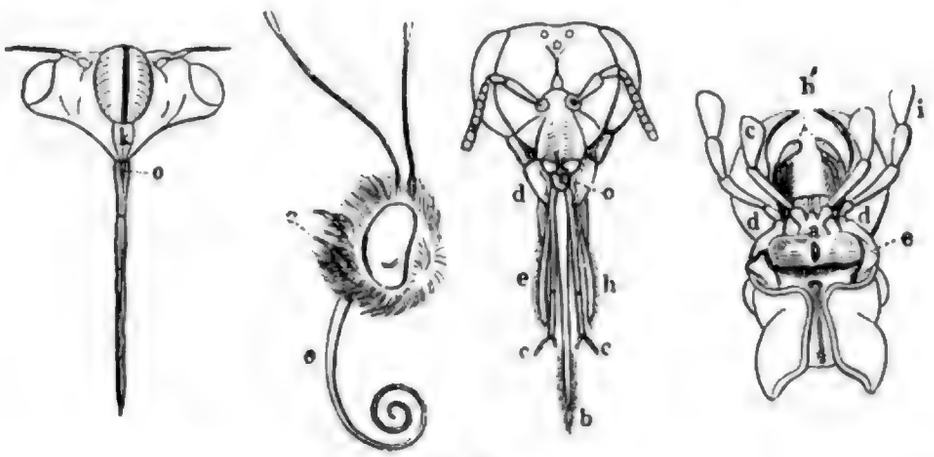


Fig. 293.
Vergleichung der Insekten-Mundtheile bei Cicaden, Schmetterlingen, Honigbienen und Käfern. a Kinn. b Zunge. c Lippentaster. d Oberkiefer. e Unterkiefer. h Lade. i Kiefertaster. k Kopfschild. o Oberlippe.

der Blumennahrung angepaßten Körper und mit Höschen, die gleich einer Bürste den Blumenstaub abfegen und sammeln (Fig 294), bildeten erst in der Tertiärzeit ihre, wie wir sehen werden, die gesammte Pflanzenwelt umwandelnden Instinkte aus. Hermann Müller hat gezeigt, daß die Honig-Bienen augenscheinlich aus Grabwespen entstanden sind, welche ihre Jungen mit animalischer Nahrung versehen, selbst aber von Blumennahrung leben, indem sie anfingen, auch für ihre Jungen Blumennahrung aufzuspeichern, und für diesen Zweck verzweigte Sammelhaare, Fersenbürsten, eine mit geeigneten Hilfsapparaten ausgestattete lange Zunge u. s. w. ausbildeten. Noch heute finden sich alle diese Apparate in vielen Stufen langsamer Steigerung bei den verschiedenen Bienengattungen erhalten, wobei auch der Ameisensäure absondernde Stachel in Betracht kommt, dessen Absonderung den Honig erst haltbar macht, weshalb stachellose Bienen keinen lange haltbaren Honig aufspeichern können.

Man könnte die Insekten der Vorwelt also auch eintheilen, in solche vor und nach Erscheinung der Blüthe, und damit in der ersten Abtheilung gefräßige und scharf bekieferte Thiere mit meist unvollkommner Verwand-

lung, in der zweiten leckende, blut- und saftsaugende Insekten mit vollkommner Metamorphose erhalten. Man darf sich diesen Uebergang natürlich nicht als einen plötzlichen vorstellen, da die Entwicklung honigabsondernder Blüthen erst allmälig eintrat, nachdem die blumenblattlosen Blüthen der Nadelhölzer und Kätzchenbäume vorausgegangen waren. Daher finden sich auch vereinzelte Blüthen-Insekten schon früher, während ihre eigentliche Zeit erst kurz vor Beginn der Tertiärperiode erfüllt war. Und merkwürdig, jene frühesten Blüthen sind auch heute noch die am wenigsten von den Insekten besuchten, und noch heute müssen sie auf guten Wind rechnen, um sich gegenseitig, da die Geschlechter getrennt sind, zu befruchten. Bei den vollkommneren Blüthen dagegen entstand schon damals jene innige Beziehung zur Insektenwelt, nach welcher heute fast jede Blüthe ihre besonderen Verehrer und Besucher zählt. Seitdem bedarf die Blume ihres besuchenden Insektes eben so sehr, wie dieses ihrer, und wir sehen alle Tage in unsern Gewächshäusern tropische Pflanzen ohne Fruchtansatz verwelken, weil man vergessen hatte, das nach Gewohnheit und Körperbeschaffenheit dieser Blume unentbehrliche Insekt mit einzuführen. Indem sie Blüthen mit großen Blumenblättern und leuchtenden Farben bevorzugten und die weniger schönen Formen vernachlässigten, wurden sie ohne Zweifel die ersten Blumenzüchter. Unter allen Thieren findet sich eine so nahe Beziehung zu der blühenden Welt vielleicht nur noch bei einigen Blumensaft saugenden Vögeln, und es wäre wohl richtiger, von der Liebe des Schmetterlings zur Blume, als von derjenigen der Nachtigall zur Rose zu dichten.

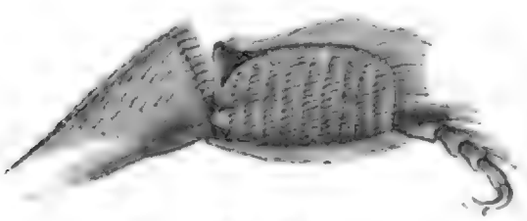


Fig. 294.
Bürste und Körbchen der gewöhnlichen Biene.

Am genauesten bekannt sind wir mit der Insektenfauna des Braunkohlenwaldes. Das Harz, welches damals der Bernsteinfichte (Pinus succinifera Conw.) reichlich entfloß, hat unzählige dieser kleinen Thiere in eine Glashülle wie Schneewittchen eingesargt, und sie unversehrt und mit den zartesten Gliedtheilen der Nachwelt überliefert. Martial hat eine Biene, eine Ameise und ein Schlänglein — d. h. wahrscheinlich einen Tausendfuß — der Vorwelt, deren Bernsteinsärge zu Schmucksteinen verarbeitet worden waren, in drei anmuthigen Gedichten besungen, von denen das eine hier mitzutheilen erlaubt sein mag:

Während am Heliasbaum, dem thränenden, kriechet ein Schlänglein,
Flossen die Tropfen vom Harz auf das sich sträubende Thier,
Und indeß es erstaunt, sich gefaßt von dem klebrigen Naß fühlt,
Ward es, gefesselt alsbald, starr im geronnenen Harz.
Du, o Cleopatra, sei nicht stolz auf dein königlich Grabmal,
Wenn um ein Schlängelein sich schließet ein edleres Grab.

Obwohl auch die Insekten des Bernsteinwaldes von den Nachkommen fast durchweg in kleinen Einzelheiten verschieden sind, stehen sie den heute lebenden schon sehr nahe, während das damals lebende Wirbelthier noch so viele Wandlungen durchzumachen hatte. So sind grade sie, die zu allen Zeiten in Gemeinschaft mit den niedersten Thier- und Pflanzenformen das Todtengräberamt der Natur zu verrichten hatten, welche sich, wie noch heute beeilten, die abgestorbenen Thier- und Pflanzenkörper auf das Schleunigste zu beseitigen und ihre Spur auszutilgen, diejenigen, welche der Zahn der Zeit am wenigsten berührte. Manches vorweltliche Thier, dessen weiche Theile vielleicht einen Abdruck im Schlamm zurückgelassen hätten, wurde von ihnen aus der Zeitenchronik gestrichen, während der alles verschlingende Saturn in ihnen seine getreuesten Diener und Gehilfen vor dem Untergange beschützte. Aus dem verwesenden Fleische des letzten Riesen-Sauriers stiegen die Aasfliegenschwärme empor, wie heute von dem auf der Prairie verendeten Büffel, verjüngt und neugeboren aus dem Vergehenden. Nicht eine Entstehung, wie die Alten glaubten, wohl aber eine Verjüngungs-Gelegenheit ist die Verwesung für sie.

Wenige niedere und höhere Thiere gleichen den Kerfen in ihrer Ausdauer und Formbeständigkeit. Die Insekten des Steinkohlenwaldes waren, wenn man von einzelnen Ausnahmen absieht, im Durchschnitt nicht erheblich größer, nicht abenteuerlicher gestaltet, als die kauenden Insekten unserer Zeit, während die Kopffüßler, Krebse, Fische u. s. w. jener Zeit kaum noch ähnliche Verwandte aufzuweisen haben und das Landwirbelthier seine Laufbahn erst eben begonnen hatte. So bleibt denn auch der Einfluß des Menschen, der so viele höhere Thiere gezähmt, durch Züchtung zahlreiche Pflanzen und Thiere in ihrer Gestalt wunderbar verändert hat, dem Insekt gegenüber allein machtlos. Unter allen Hausthieren, sagt Darwin, ist keines, bei welchen des Menschen Einwirkungen ebenso spurlos geblieben wären, wie bei der Biene. Daß sich aber die wunderbaren Kunsttriebe einiger Insekten dennoch nur allmälig während einer langen Vergangenheit entwickelt haben, ist kaum zweifelhaft. Noch heute sehen wir Immenarten, die ihre Zellen nicht aus Wachs, sondern aus Lehm und Sand bauen; gehörten diese Mauerbienen und Grabwespen vielleicht Arten an, die schon lebten, als Honig und Blumenstaub noch so sparsam in der Welt vorhanden waren, daß man ihrer ausschließlich zur Ernährung bedurfte?

Doch die Apis adamitica der Tertiärzeit war bereits eine echte Honigbiene und bauete wohl auch bereits aus Wachs eine, wenn auch einfachere Zelle. Die merikanische Biene erbaut ihre Wohnung noch jetzt viel einfacher als unsre Zuchtbiene, so daß man die Entstehung ihrer architektonischen Talente stufenweise verfolgen kann; die Bewunderung eines sozusagen mathematischen Instinktes im Zellenbau der Bienen ist nach Müllenhoff und andern Beobachtern in Wirklichkeit gegenstandslos, sofern die hexagonale Säulen-

form derselben lediglich die mechanische Folge des gegenseitigen Druckes auf einander zu sein scheint.

Nachdem sich Bienen und Ameisen einem geselligen Leben gewidmet hatten, schritten sie wohl eben dadurch in gesteigertem Grade vorwärts; sie sammelten Erfahrungen und es entwickelte sich durch weitgetriebene Arbeitstheilung in diesen kleinen Staaten ein Geist der Ordnung und Arbeitsamkeit, auf welchen der Prediger Salomo mit Recht den Trägen hinweisen durfte. In der gesellschaftlichen Entwicklung der Ameisen glaubte Lubbock, einer ihrer eifrigsten Beobachter, ganz ähnliche Civilisations-Stufen nachweisen zu können, wie in der Entwicklung der Menschheit, nämlich ungesellige Jäger-Völker, Hirtenvölker, die sich Hausthiere gezähmt haben, und endlich ackerbauende Arten. Zu ihren Hausthieren gehören namentlich die Blattläuse, die ihnen gleich Melkkühen einen zuckerartigen Saft geben und von ihnen sorgsam gegen andre Thiere beschützt werden, sowie eine Reihe von Käfern, von denen vielleicht manche als Luxusthiere dienen, und man hat gefunden, daß in ihren Bauten mehr Hausthiere leben, als in den Ansiedlungen der Menschen. Ziemlich zahlreiche Ameisenarten der alten und neuen Welt legen kunstvolle Bauten an, und sammeln für die ungünstige Jahreszeit Sämereien, die sie gegen das Keimen zu schützen wissen. Eine Ameisenart (Pogonomyrmex barbatus), die in Texas beobachtet wurde, pflegt den Ameisen-Reis, eine Graminee (Aristida oligantha), indem sie auf weiten Umkreisen ihres Baues nur diese Grasart aufkommen läßt, und alles Unkraut fleißig vertilgt; die reifen Körner aber sammelt sie höchst sorgsam in Magazinen. Andere Ameisen tragen, wie zuerst Belt und dann Alfred Möller am genauesten studirten, Blätter und andere organische Stoffe in ihre Nester ein, um darauf Pilzarten mit eigenthümlichen Anschwellungen (sog. Kohlrabis) der Pilzfäden zu züchten, von denen sie leben. Denselben Instinkt hat man in neuerer Zeit auch bei vielen Termiten-Arten entwickelt gefunden. Fast noch mehr an menschliche Sitten erinnern die auf ähnlichen Ausbildungs-Stufen verfolgbaren kriegerischen Instinkte vieler Ameisen und Termiten, die ihren besonderen Polizei- oder Soldatenstand und stehende Heere haben. In ihrem wohlgegliederten Staatswesen gleichen sie den Menschen mit Uebertreibung des auch bei diesen noch hier und da vorkommenden Zunft- und Kasten-Wesens, indem ihre Arbeiter, Soldaten u. s. w. nur durch besondre Kost gezüchtet werden, und darum noch enger als die menschliche Gesellschaft zu einem Staats-Organismus, einem zusammengesetzten Gesellschaftsthier zusammenschließen.

Nicht weniger menschlich berührt der Instinkt einiger Arten, Sklaven zu halten, die alle ihre Bedürfnisse stillen und ihre Arbeiten verrichten müssen, während sie selbst nichts thun, als ihre Art fortpflanzen und neue Sklaven rauben. In unseren Wäldern beobachtete Huber eine braunrothe Ameise, die kaum im Stande ist, sich selbst zu ernähren, und an das Nektar absondernde Pistill einer Blume gesetzt, daselbst verhungerte. Sie raubt

darum die Larven einer andern Art, um sich von den sorgfältig aufgezogenen Sklaven füttern zu lassen. Man hat die Vermuthung ausgesprochen, daß das vielleicht Ameisen einer ältern, blüthenlosen Epoche seien, die sich nicht von Pflanzensaft zu ernähren im Stande wären und nur vermöge ihrer geistigen Kräfte einen Ausweg gefunden hätten. Jedenfalls haben sie die ältere selbständige Ernährungsweise in ihrem verfeinerten Kulturzustande verlernt, und sind Leuten zu vergleichen, die nichts gelernt haben und nicht in die Lage kommen dürfen, sich durch ihrer Hände Arbeit ernähren zu sollen. Das Lehrreichste sind die körperlichen Veränderungen, denen die einzelnen Mitglieder eines Ameisen- oder Bienenstockes ihrer Bestimmung und Thätigkeit gemäß unterliegen, und die zum Theil nur durch abweichende Nahrung oder Brutpflege hervorgebracht werden sollen. Bei einigen erst in neuerer Zeit beobachteten Ameisenarten Amerikas und Australiens werden sogar einzelne Arbeiter durch Ueberfüllung ihres Vormagens mit Honig zu bloßen lebenden Vorrathstöpfen benutzt, die an der Decke einer Kammer ihres Baues aufgehängt werden. Bei einzelnen Ameisenarten beobachtet man mehr als fünf verschiedene und bei Termiten noch zahlreichere Formen, die zum Vortheil ihres Staates unablässig, jede in ihrer Weise thätig sind. In ihrer Betriebsamkeit und strengsten Pflichterfüllung erinnern Ameisen und Bienen unwiderstehlich an die Chinesen.

Dennoch hat man die geistigen Fähigkeiten der Insekten meist zu hoch angeschlagen und vor Allem übersehen, daß es sich hier um angeborne Instinktrichtungen handelt, deren Unterschied von geistigen und bewußten Handlungen in einem spätern Kapitel dargelegt werden soll. Neuere Untersuchungen von John Lubbock erweisen, daß unter andern das Mittheilungsvermögen bei Bienen und Wespen durchaus nicht so hoch entwickelt ist, wie man anzunehmen geneigt war. Man wollte z. B. beobachtet haben, daß eine Biene, die einen Fleck Honig entdecke, nach ihrer Sättigung fortfliege und nachher stets mit Gefährtinnen zurückkehre. Diese Angabe wurde aber durch genauere Versuche keineswegs bestätigt; die mit Erkennungszeichen versehenen Thiere kehrten vielmehr verschiedene Male, aber meistens ohne Gesellschaft, zu der aufgefundenen Nahrungsquelle zurück. Wahrscheinlich ist es nur das Ansammeln selbständiger Entdecker auf Beutestücken, die sich dem Gesichts- oder dem Geruchssinn verrathen, welches zu diesen Annahmen verführt hat. Daß der Gesichtssinn bedeutend entwickelt ist, glaubte Lubbock daraus schließen zu können, daß, wenn er auf verschiedenfarbigen, nebeneinanderliegenden Papierstreifen Honigtröpfchen vertheilte und eine gekennzeichnete Biene z. B. auf dem rothen Streifen sich setzen ließ, sie stets zu diesem zurückkehrte und ihn mithin wohl von den andersfarbigen Streifen zu unterscheiden im Stande sein mußte. Ueberhaupt beruht, wie wir bald sehen werden, auf dem durch Beobachtungen festgestellten Farben-Unterscheidungsvermögen der höheren Insekten, die moderne Erklärung der bunten Farbenwelt der Blumen.

Auch unter den Netzflüglern (Neuroptera), die wir hier etwas später behandeln, als ihrer historischen Stellung zukäme, weil sie die Vorfahren der Schmetterlinge sind, begegnet man bedeutend fortgeschrittenen Instinkten. Es sei hier nur an die Betriebsamkeit der Larven der Ameisenlöwen erinnert, die sich Sandtrichter bauen, in denen sie anderen Kerfen auflauern und an die Baukunst der Köcherfliegen, von der schon oben (S. 346) gesprochen wurde. Diese Ordnung, zu der noch die Schmetterlingshafte (Ascalaphus), die Blattlaus- oder Florfliegen (Hemerobina), Perlaugen, Skorpions- und Wasserflorfliegen (Panorpiden und Sialiden) gehören, sind Kerfe mit vollkommner Verwandlung (Metabola), aber größten Theils noch solche mit kauenden Mundtheilen, wie die alten

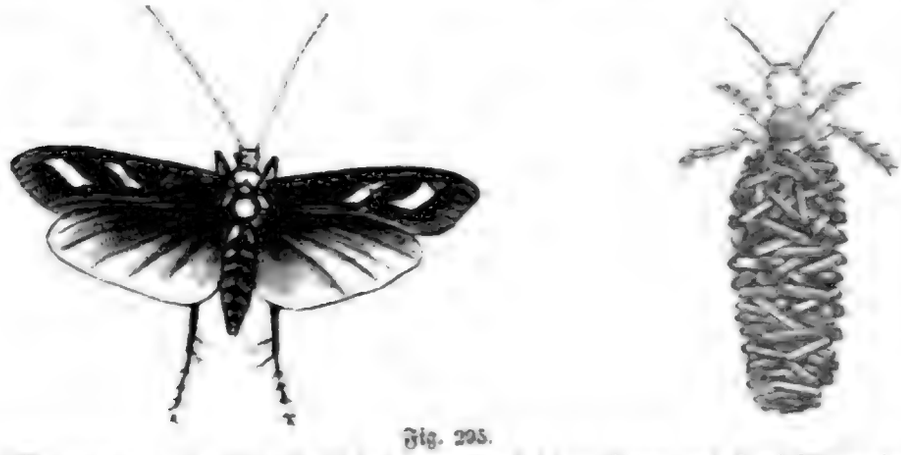


Fig. 295.
Köcherfliege (Phryganea rhombica) nebst der Larve, die sich aus Halm- und Zweigstücken ein tragbares Haus verfertigt hat.

paläozoischen Insekten geblieben, an denen die Erscheinung der Blumen fast spurlos vorübergegangen ist. Diesen gefräßigen Räubern, deren Reste schon in den Jura-, theilweise sogar schon in den Triasschichten vorkommen, folgten dann die sogenannten Köcherjungfrauen oder Phryganiden (Fig. 295), welche nur in der Larvenzeit Raubinsekten sind, nach ihrer Verwandlung aber in Folge einer gänzlichen Umbildung ihrer Mundtheile nur noch Blumensaft saugen, wie ja auch im Schmetterlingsleben die gefräßige Raupe an den Urzustand des reinen Bauchlebens der paläozoischen Insekten erinnert.

Man nennt die Phryganiden auch Haarflügler (Trichopteren), weil die nur mit wenigen oder gar keinen Queradern versehenen Flügel behaart oder beschuppt sind, wie bei den Schmetterlingen, die nach dieser Schuppenbekleidung ihren Namen Schuppenflügler (Lepidopteren) empfangen haben. Die Larven der Haarflügler leben in Seen, Teichen und Gräben, woselbst sie aus Zweigen, Schilfstückchen, Sandkörnern oder kleinen Schneckenschalen ein Gehäuse, eigentlich ein Leibesfutteral bauen, welches gewöhnlich ein einfacher grader Sack von mannigfachster Beschaffenheit ist, manchmal aber wie bei Helicopsyche (Fig. 227) eine merkwürdige

Aehnlichkeit mit Schneckenhäusern hat, als ob sie von der Architektonik ihrer Wasser-Nachbarn etwas gelernt hätten. In einigen Epochen der Sekundärzeit waren diese zwischen Libellen und Schmetterlingen in der Mitte stehenden Thiere, welche sich im ersten Frühjahre aus dem Wasser erheben und daher auch Frühlingsfliegen genannt werden, so häufig, daß sie mit ihren röhrenförmigen Stein- und Kalkgehäusen sich hier und da schichtenbildend am Bau der Erdrinde betheiligt haben. Im Tertiär setzen die Röhren von Phryganiden zuweilen Süßwasser-Kalkschichten von zwei bis drei Metern Dicke, z. B. den sogenannten Indusienkalk der Auvergne zusammen. Man nennt sie auch Wasserschmetterlinge, weil die Schüppchen auf ihren Flügeln häufig Zeichnungen bilden, die an diejenigen gewisser Kleinschmetterlinge erinnern. So dürftig dieses Flügelkleid auch neben dem Prachtgewande eines farbenschimmernden Tagschmetterlinges erscheinen mag, so steht es doch im Vergleich mit dem mancher Motten und Eulen nicht gar so weit zurück und Nachtschmetterlinge waren die Vorflieger des Falterzuges. Wir haben oben erfahren, daß schon einige Falsch-Netzflügler der Steinkohlenzeit hübsch gezeichnete Flügel besaßen. Nachrichten über in Steinkohlenschichten gefundene Schmetterlinge, wie sie in neuerer Zeit wiederholt aufgetaucht sind, mußten aber unglaublich erscheinen, schon weil es damals keine Blumen gab und die ganze Entwicklung des Insektenreichs einem so frühen Auftreten widerspricht. In der That haben sich die vermeintlichen Steinkohlen-Schmetterlinge bei genauerer Untersuchung stets wieder in Falsch-Netzflügler oder buntgezeichnete Orthopteren zurückverwandelt.

Die Uebereinstimmung und nahe Verwandtschaft der Schmetterlinge mit den Frühlingsfliegen ist im Einzelnen von Speyer, Fritz und Hermann Müller so klar nachgewiesen worden, daß man nicht mehr daran zweifeln kann, daß Phryganeen wirklich ihre Vorfahren waren. Als diesen zunächst stehende Schmetterlinge sind nach Speyer Psychiden, Tineinen, Hepialiden und besonders Micropteryginen aufzufassen, als am weitesten von ihnen entfernte die Tagfalter zu betrachten. Von den genannten Schmetterlingsarten theilen viele mit den Frühlingsfliegen sogar die Eigenthümlichkeit, daß die Larven in selbstverfertigten Hülsen leben, so z. B. die sogenannten Sackträger-Raupen (Psyche), unter denen sich einige aus Halmstückchen, Blatt- und Rindentheilen eine Art Schuppenpelz verfertigen, während die eine Art (Psyche Helix) sich aus Sandkörnchen ein ganz ähnliches Schneckenhaus erbaut, wie Helicopsyche unter den Frühlingsfliegen. Ebenso wie bei diesen, werden dabei die Brustfüße herausgestreckt, während sich der Hinterleib durch Nachschieber oder Häkchen an der Röhre festklammert. Auch leben die Larven einiger Zünsler noch heute im Wasser und besitzen Kiemenathmung. Die obenerwähnten Schmetterlingsfamilien theilen außerdem mit den Phryganiden die Art des Fliegens und am Boden Hinrutschens, die Bekleidung der Flügel mit lose eingepflanzten

Härchen ſtatt der Schuppen und viele andere Eigenthümlichkeiten. So finden ſich die beiden, die Wurzel der Vorderflügel der Schmetterlinge bedeckenden Schulterdecken, die von einigen Forſchern für Reſte eines vordern Flügelpaares, wie es die Steinkohleninſekten beſaßen, gehalten werden, in unvollkommner Entwicklung ſchon bei den Phryganiden, und die Aehnlichkeit des Flügelgeäders tritt, wie Fritz Müller gezeigt hat, ganz beſonders hervor, wenn man als Vergleichsobjekt nicht den fertigen Schmetterling, ſondern den unausgebildeten Schmetterling in der Puppe betrachtet, alſo einen Jugendzuſtand, in welchem noch die Uebereinſtimmung größer iſt, als ſpäter. Durchgreifend verſchieden ſind die Phryganiden von den Schmetterlingen nur durch die Gebrauchsfähigkeit der Beine gegen Ende des Puppenzuſtandes und durch die Umbildung ihrer während des Jugendzuſtandes (wie bei den Schmetterlingen) beißenden Mundtheile zu Schöpf- und Leckorganen. Während ſich nämlich bei den Schmetterlingen die Unterkiefer zu hornigen Halbrinnen geſtalten, die ſich zu einem mehr oder weniger langen, aufrollbaren Saugrüſſel (Fig. 296) zuſammenlegen, bilden ſich bei den Frühlingsfliegen die Mundtheile durch Verſchmelzung von Unterkiefer und Unterlippe zu einer rinnenförmigen Schnauze um, die nur Flüſſigkeiten ſchöpfen oder lecken kann.

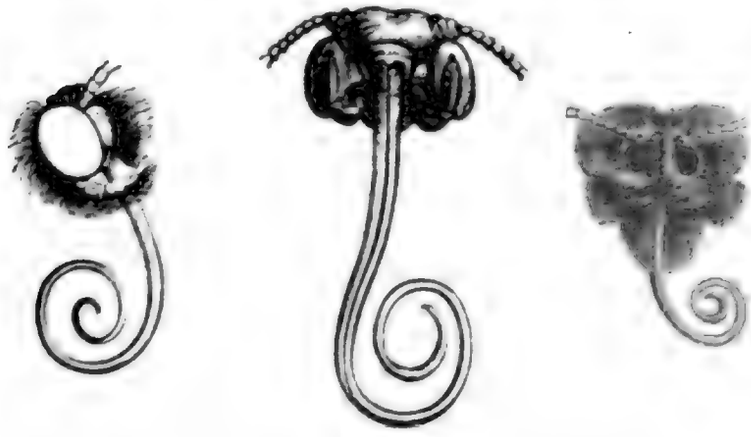


Fig. 296.
Schmetterlingsrüſſel.

Die durch foſſile Beweisſtücke verbürgte Geſchichte des Schmetterlingsſtammes iſt an einwandfreien Zeugen nicht reich, beſtätigt aber die eben wiedergegebenen Erwägungen vollkommen. Von den vermeintlichen Steinkohlen-Schmetterlingen haben wir ſchon geſprochen. Oppenheim glaubte vor zehn Jahren im lithographiſchen Schiefer Bayerns eine Anzahl von Sekundärzeit-Schmetterlingen entdeckt zu haben, die er den Schwärmern zutheilte und eine beſonders gut erhaltene Art Sphinx Schröteri taufte. Deichmüller wies aber nach, daß es ſich um Holzweſpen handelte, deren dicker Hinterleib im Zuſammenhang mit dem großen Flügelabdruck den Schluß auf Schwärmer veranlaßt hatte und die ſekundäre Sphinx mußte in Pseudosirex Schröteri umgetauft werden. Wir kennen bisher keine älteren als Tertiärzeit-Schmetterlinge und dürfen auch wegen der Zuſammengehörigkeit von Schmetterlingen und Blumen keine beträchtlich älteren Schmetterlinge zu finden erwarten, höchſtens ſolche aus den letzten Ab-

schnitten der Sekundärzeit. Aus der Tertiärzeit sind indessen schon Vertreter der meisten Gruppen bekannt. Am häufigsten sind Spuren von Kleinschmetterlingen (Mikrolepidopteren) und zwar in von Bernstein eingeschlossenen Resten aller ihrer Entwicklungsstadien gefunden worden. Von Spannern (Geometriden) hat man eine Art aus den oligocänen Süßwasser-Mergeln von Aix in der Provence und zwei miocäne Arten in Radoboj (Kroatien) angetroffen und aus diesen der Erhaltung von Insekten besonders günstigen Süßwasserbildungen sind auch mehrere Eulen (Noktuiden) und Spinner (Bombyciden) beschrieben. Von Schwärmern (Sphingiden) kennt man eine vom Bernstein umschlossene Art und einen Glasflügler (Sesia-Art) aus Aix. Am spärlichsten sind bisher die Tagfalter, welche die Fürsten des bunten Falterreiches darstellen und in ihrer Mannigfaltigkeit größtentheils Geburten der jüngsten Zeiten darstellen dürften, gefunden worden; doch lieferten die Süßwasserschichten von Aix, Rott, Radoboj und Florissant bisher Reste von etwa einem halben Dutzend Gattungen. Die in Figur 297 dargestellte Art aus den oligocänen Süßwassermergeln zeigt einen der ältesten Tagfalter.

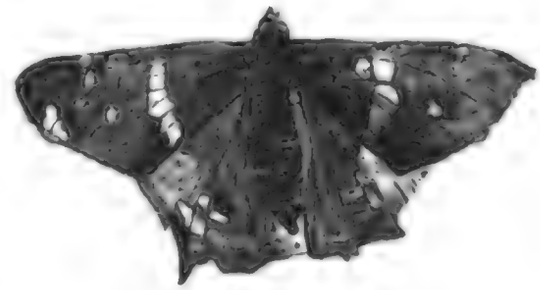


Fig. 297.
Prodryas Persephone Scudd.
Florissant (Colorado) 1/1.

Herrmann Müller hat sich das Verdienst erworben, in allgemeinen Umrissen gezeigt zu haben, sowohl wie die honigliebenden Insekten farbige und wohlriechende Blumen gezüchtet haben, als besonders auch die Rückwirkung der Blumen auf die Insekten, die Umgestaltung ihres gesammten Körperbaues durch die Blumenausbeutung. Namentlich gelang es ihm, bei den Bienen, von ihren mutmaßlichen Stammeltern, den Grabwespen (Prosopis), ausgehend, bis zu dem ausgeprägten Saugrüssel der Hummel und Honigbiene (Fig. 293), die mannigfachsten Uebergangsstufen nachzuweisen und so die stattgehabte Umwandlung Schritt für Schritt zu verfolgen. Dagegen ließ sich zwischen dem Rüssel der Schmetterlinge und dem Munde der Phryganiden keine Zwischenstufe erkennen, da die sehr zurückgebildeten Rüssel mancher Falter wahrscheinlich nur nachträgliche Verkümmerungen darstellen. Er findet die Erklärung dieses Unterschiedes aber in der Einseitigkeit der Schmetterlings-Anpassung an die Gewinnung tief geborgenen Blumenhonigs, die stets in der Natur eine schnellere und vollkommenere Umwandlung zur Folge zu haben pflegt. Während nämlich die Bienen gleich den Grabwespen auf die Anfertigung und Sicherstellung ihrer Bruthöhlen eine sehr bedeutende Arbeit verwenden müssen, wozu sie ihre Oberkiefer in unveränderter Gestalt brauchen, so daß zur Honiggewinnung nur Unterkiefer und Unterlippe mit ihrer sogenannten Zungen-

ſpitze (Fig. 293$_3$ b) umgewandelt werden konnten, brauchen die Schmetterlinge gleich den Phryganiden der Brutverſorgung keine weitere Mühe zu widmen, als das Ausſuchen eines paſſenden Ortes zum Ablegen der Eier und allenfalls noch die ſchützende Ueberkleidung derſelben mit einem Geſpinnſt. Mithin konnten ſich die Mundtheile der einzig der Liebe und den Blumenſüßigkeiten nachgehenden Falter in einſeitigſter und ungebundenſter Weiſe der Ausbeutung auch der verſteckteſten Honigquellen anpaſſen. Für den raſchen Erfolg war dann ohne Zweifel die Beſchränkung dieſer Umbildung auf ein paar einzelne Stücke ihrer Mundtheile, die Kieferladen, höchſt förderlich. Denn dieſe konnten, indem ſie ſich verlängerten, rinnig aushöhlten und zu einer langen Röhre zuſammenlegten, gewiß ſehr bald durch Naturausleſe zum typiſchen Schmetterlingsrüſſel umgeprägt werden. Bei den Bienen dagegen wurde derſelbe Anpaſſungsvorgang nicht nur durch den gleichzeitigen Gebrauch der Oberkiefer für die Brutverſorgung, ſondern auch wahrſcheinlich dadurch verlangſamt, daß eine größere Mannigfaltigkeit von Theilen, nämlich Unterkiefer, Unterlippe und Lippentaſter (Zunge) ſich daran betheiligten und zu einem zuſammengeſetzten Saugapparate vereinigten, der zwar mitunter ebenfalls eine anſehnliche, zur Ausbeutung ſehr tiefer Röhrenblumen ausreichende Länge erreicht, aber nur zuſammenlegbar, nicht einrollbar iſt. Während nun die Ausprägung des typiſchen Bienenrüſſels erſt im Verlaufe unabſehbarer Generationen und zahlreicher Verzweigungen der Familie ſtattgefunden haben mag, ſcheint im Gegentheil die Vollendung des Schmetterlingsrüſſels ſchnell, und ſchon bei dem urſprünglichen gemeinſamen Stamme der Schmetterlingsfamilie noch vor ihrer Theilung in verſchiedene Zweige eingetreten zu ſein.

Für die Richtigkeit der im erſten Augenblicke etwas gewagt erſcheinenden Vermuthung Herrmann Müllers, daß nämlich die Umbildung zweier Kieferladen in einen Schmetterlingsrüſſel nur eine verhältnißmäßig kurze Zeit gedauert haben möge, tritt in der Käfergattung Nemognatha ein ebenſo merkwürdiger als wichtiger Zeuge hervor, indem nämlich bei einigen noch jetzt lebenden Arten dieſer Gattung dieſelbe Umbildung uns in mehreren Stufen thatſächlich vor Augen tritt. Bei der in Südfrankreich einheimiſchen Nemognatha chrysomelina ſind nämlich die Kieferladen, wenn auch bereits ſtark verlängert und pinſelförmig behaart (Fig. 298$_4$), doch noch von ganz derſelben Bildung wie bei andern Käfern. Bei einer ſchwärzlich blauglänzenden Art dagegen, die Fritz Müller an Winden ſaugend, am Itajahy in Südbraſilien beobachtete (Fig. 298$_{1,2,3}$), haben ſich die Kieferladen außerordentlich verlängert, rinnig ausgehöhlt und zu einem Saugrüſſel zuſammengelegt, der abgeſehen von der ihm fehlenden Zuſammenrollbarkeit, ganz wie ein Falterrüſſel gebraucht wird. Hier hat ſich alſo in der verhältnißmäßig kurzen Zeit, welche die Käfergattung Nemognatha gebraucht haben mag, um ſich in mehrere Arten zu theilen, aus Kieferladen von gewöhnlicher Bildung ein Saugrohr, wie es die Schmetterlinge beſitzen, gebildet, alſo

dasselbe, was wir, um die anscheinend unüberbrückbare Kluft zwischen Phryganidenmund und Schmetterlingsrüssel verstehen zu können, für die Stammeltern der Schmetterlinge voraussetzen mußten.

Die Metamorphose der Insekten läßt indessen nicht so einfache und direkte Rückschlüsse auf die Abstammung zu, wie etwa diejenige der Quallen und Krebsthiere, deren Larven im Seewasser so ziemlich immer denselben äußeren Einflüssen ausgesetzt waren. Die auf dem Festlande ihre Nahrung suchenden Insektenlarven waren viel größeren Schwankungen von Licht und

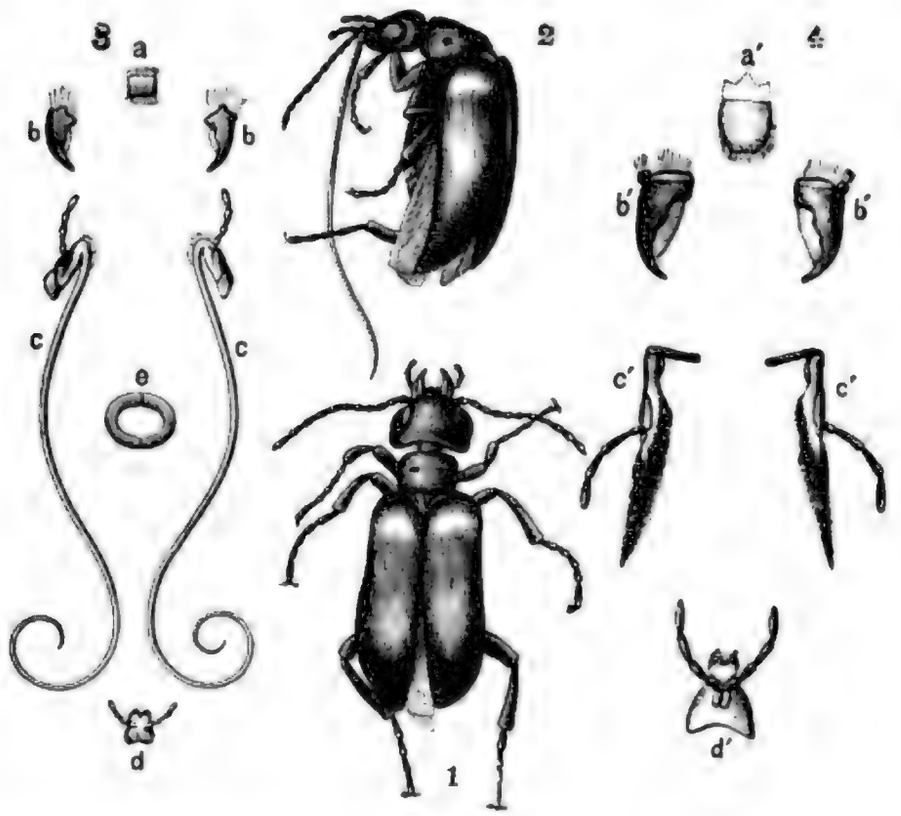


Fig. 298.

1, 2 Nemognatha vom Itajahy von oben und von der Seite (2:1). 3 Mundtheile derselben. 4 Mundtheile der Nemognatha chrysomelina aus Südfrankreich (4:1). a und a' Oberlippe. b und b' Oberkiefer. c und c' Unterkiefer. d und d' Unterlippe. e Die beiden Kieferladen im Querschnitt stärker vergrößert.

Dunkelheit, Wärme und Kälte ausgesetzt, und hatten auch eine größere Auswahl in der Ernährungsweise durch verschiedene Pflanzenstoffe, Säfte und Zuckerstoff absondernde Blumen, Thierreste u. s. w. Der in der Tertiärzeit eingetretene Jahreszeitenwechsel berührte die Wasserthiere wenig, desto mehr die Landthiere, die er zur Verpuppung, Winterschlaf, Wanderungen u. s. w. nöthigte. Durch diese Umstände ist die Entwickelung der ihr Larvendasein im Freien verlebenden Thiere zum Theil viel sprunghafter geworden, indem sich Ruhezustände einschoben, in denen eine vollkommene Umwandlung sich vorbereitet und nachher desto überraschender vollzieht.

Außerdem hat der Umstand, daß schon die Larven in dem Kampfe um's Dasein vielseitigeren Angriffen und Bedrohungen ausgesetzt waren, häufig den Gang der Metamorphose bedeutend verändert, und eine „Fälschung" d. h. Abänderung (Cenogenesis) des hergebrachten Entwickelungsganges hervorgebracht, die uns sehr irre führen würde, wenn wir ihr blindlings mit direkten Schlüssen folgen wollten. So z. B. sind die meisten Insekten ursprünglich ganz auf harte Nahrung, seien es Holz-, Blätter- oder Thierstoffe, angewiesen gewesen, zu deren Bewältigung sie harte Kiefern und Greifzangen gebrauchten. Aber indem später manche Blumenkerfe auch ihre Larven mit Honig oder weicher animalischer Nahrung versorgten, entstanden bei Arten der verschiedensten Insektenklassen „madenförmige" Larven, z. B. bei Hautflüglern, Zweiflüglern und wie wir sogleich sehen werden, sogar bei Käfern. Diese madenförmigen Larven, deren Freß-, Bewegungs- und Sinnesorgane mehr oder weniger zurückgebildet erscheinen, könnten in Folge dessen für sehr alte und ursprüngliche Formen gehalten werden, aber es sind, wie dies wohl zuerst von Fritz Müller betont wurde, vielmehr verhältnißmäßig neue Formen, denen dadurch, daß ihre an Intelligenz fortgeschrittenen Eltern sie für das Larvenleben mit flüssiger Nahrung versorgten, Kiefer, Kopf, Augen, Beine und zum Theil auch der After überflüssig wurden und daher verloren gingen. Nach den schönen Untersuchungen Bütschli's über die embryonale Entwicklung der Biene wissen wir, daß der junge Embryo einen vollständigen, aus vier Segmenten bestehenden Kopf mit drei Kieferpaaren, wie die Blattwespenlarven oder sogenannten Afterraupen, besitzt, diese Theile aber ebenso wie die für die Insekten typischen drei Fußpaare, ehe er noch als Made ausschlüpft, verliert. Aehnliche Rückbildungen, die sich nur durch die Anpassung an eine neue, bequemere Lebensweise erklären lassen, findet man auch bei Zweiflüglern und besonders schön bei einer Käferfamilie, zu welcher die bekannten Maiwürmer oder Oelkäfer (Meloë), der Spanischfliegenkäfer (Lytta) und der Bienenkäfer (Sitaris) gehören.

Der rothschultrige Bienenkäfer (Sitaris muralis), welcher in Südeuropa häufig ist, wurde in seiner merkwürdigen Entwicklung zuerst von dem ausgezeichneten französischen Entomologen Fabre beobachtet. Derselbe fand ihn in den Erdlöchern einer Schnauzenbiene (Antophora pilipes) und sah, wie im September aus den Eiern einen Millimeter lange Larven (Fig. 299a) mit Doppelaugen auf jeder Kopfseite, langen Fühlern, drei Beinpaaren und Schwanzborsten hervorkamen, Larven, die denen der meisten Käfer im Allgemeinen gleichen. Diese sehr beweglichen Lärvchen schlüpfen jedoch nicht aus, sondern hocken auf einem Haufen, bis im Frühjahr die rechtmäßigen Zellenbewohner, die jungen Schnauzenbienen ausschlüpfen. Die Sitarislarven springen dabei auf die zuerst auskriechenden Männchen der Bienen, klammern sich fest, lassen sich als sogenannte „blinde Passagiere" von ihnen umhertragen und gelangen von ihnen auf die später erscheinenden Weibchen.

Dieſe bauen nun gleich andern Bienen Neſter, tragen Honig ein, legen je ein Ei auf den aufgeſpeicherten Nahrungsvorrath und ſchließen die Zelle. Allein ſie haben ihre Rechnung ohne den Gaſt gemacht. Die Sitarislarven ſind vorher auf die Bieneneier geſprungen, freſſen dieſelben auf, um die den Bienenlarven beſtimmten Vorräthe allein verzehren zu können, wobei ſie auf der Eierſchale wie auf einem Floſſe im Meere des Honigüberfluſſes ſchwimmen. Um nun dieſen Reichthum aufnehmen zu können, und ſich nach halbjährigem Faſten gründlich zu entſchädigen, werfen ſie die harte Körperhülle ab und verwandeln ſich in eine weiche augenloſe Made mit zurückgebildeten Gliedmaßen. Die erwachſene Larve des zweiten Stadiums (b) hat nun im Verhältniß zu a wieder ein mehr madenartiges Anſehen, verkürzt ſich allmälig, erhärtet, nimmt die zur Ueberwinterung geeignetſte ei örmige Geſtalt an und wird von Fabre als Scheinpuppe, Pſeudonymphe (c) bezeichnet. Im nächſten Frühjahr geht aus ihr eine dritte, wiederum der zweiten ähnlichen Larvenform (d) hervor, und aus dieſer durch nochmalige Häutung erſt die wirkliche Puppe (e), aus der dann im Auguſt des zweiten Jahres der fertige Käfer hervorgeht. Aehnliche Beobachtungen hatte Dufour ſchon früher bei Paraſiten anderer wilden Bienen gemacht, die ſich als die Larven des Maiwurms oder Oelkäfers ausweiſen, und in neuerer Zeit hat Lichtenſtein eine ganz ähnliche vor- und rückſchreitende Metamorphoſe bei den Larven des Spaniſchfliegen-Käfers beobachtet.

Hier ſehen wir auf das Deutlichſte, daß in den Larvenzuſtänden der Inſekten ſich Anpaſſungen an äußere Lebensverhältniſſe bemerkbar machen und daß wir bei ihnen keine unveränderte Wiederholung der Ahnenreihe, kein regelmäßiges Fortſchreiten zum Vollkommneren, kein von außen unbeeinflußbares Entwicklungsgeſetz zu ſuchen haben. Denn das wäre doch ein ſonderbares „Entwicklungsgeſetz“, welches die Gliedmaßen, die das vollkommene Inſekt braucht, erſt vollſtändig anlegen und dann ebenſo vollſtändig zurückbilden wollte, um ſie ſchließlich von Neuem zu bilden. Es würde von dieſem Geſichtspunkte beinahe ausſehen, als ob die ihres Weges nicht ganz ſichere „Lebenskraft“ das Bild der Larve erſt „im Unreinen“ probirte, dann völlig auslöſchte und endlich beim dritten, vierten oder fünften Anlauf zu Stande brächte. Die Urſache liegt darin, daß Larven, die längere Zeit hindurch ſich ihre

Fig. 299. Entwicklung von Sitaris muralis. (Alle Larvenformen vergrößert.)

Nahrung selbst suchen müssen, eben so dem günstige Abänderungen erzeugenden Kampfe um's Dasein ausgesetzt sind, wie vollendete Thiere, und so haben, wie wir in einem späteren Kapitel sehen werden, auf Gräsern lebende Schmetterlingsraupen grüne Längsstreifen erlangt, und solche, die auf gerippten Blättern leben, schräge Querstreifen u. s. w., weil dieselben zu ihrer bessern Verbergung vor ihren Feinden dienten, während die im Marke der Pflanzen lebenden Raupen farblos blieben, und solche, die am Tage auf der Erde und im welken Laube zubringen, erdfarben wurden.

Wenn man nun aber auch aus den Insektenlarven wegen dieser nachträglichen Veränderungen der ursprünglichen Entwicklungsformen (Cenogenesis) keine weitergehenden Schlüsse ziehen darf (etwa daß z. B. alle Insekten, die aus madenförmigen Larven entstehen, näher untereinander verwandt wären), so hat doch Weismann gezeigt, daß eine sorgfältige Untersuchung z. B. der Zeichnungen der Schwärmerraupen sehr wichtige Aufschlüsse über den Stammbaum einer Gattung liefern kann. Denn hierbei zeigte sich ganz ähnlich, wie in den S. 361 erwähnten Untersuchungen über die Ammonitenschale, daß Veränderungen der Zeichnung und Färbung, die eine Raupe durch Naturzüchtungen erworben hat, bei andern Raupen, die offenbar Abkömmlinge des betreffenden Insekts sind, in einen früheren Lebensabschnitt, wie sie durch die verschiedenen aufeinanderfolgenden Häutungen bezeichnet werden, hinaufrückt, so daß eine Schmetterlingsart, deren Raupe einen auffallenden Charakter der Färbung und Zeichnung ihrer Verwandten früher aufweist als diese, meist als jüngere Art betrachtet werden kann.

Im Uebrigen erschien es Weismann, als ob durch das selbständige Variiren der Larvenform das Endprodukt oder vollkommene Insekt nicht wesentlich berührt würde, und dies stimmt mit der anderweiten Erfahrung, daß erst ein an sein letztes, durch Vererbung vorgeschriebenes Ziel gelangtes Lebewesen sich endgültig weiter bilden kann, wovon wir in einem spätern allgemeinen Kapitel auch von Schmetterlingen merkwürdige Beispiele kennen lernen werden. Allerdings lehren andererseits zahlreiche Versuche, daß Temperatureindrücke, ungewöhnliche Hitze oder Kälte, die man auf Schmetterlings-Raupen vor und während der Verpuppungszeit einwirken läßt, ebenso die ungewöhnliche Helle oder Dunkelheit der Umgebung, doch sowohl auf die Puppe selbst, wie auf die Zeichnung des Falters deutlichen Einfluß ausüben. Die Puppen unsrer Eckflügler (Vanessa-Arten) vergrößern z. B. ihre Silber- und Goldflecken, die den Griechen Anlaß gegeben haben mögen, die Puppen Chrysaliden zu nennen, wenn die Raupen in der letzten Zeit vor der Verpuppung mit weißer oder glänzender Umgebung versehen werden. Die Raupen eines südafrikanischen Schwalbenschwanzes (Papilio Nireus) liefern grüne, gelbgraue oder röthliche Puppen, je nachdem sie sich im grünen Laube, an ungestrichenem Holzwerk, oder an Ziegelwänden verpuppen, und auch die Raupen ein-

heimiſcher Weißlinge zeigen eine ähnliche Licht- und Farben-Empfindlichkeit. Sie nehmen ihrer Umgebung entſprechende Farben an, die ſie den Feinden beſſer verbergen, und ſo dienen auch die Silber- und Goldflecken mancher Eckflügler-Puppen wahrſcheinlich zur beſſern Verbergung der an glitzernden, glimmerhaltigem Geſtein ſich aufhängenden Puppen. Andererſeits liefern die überwinternden Puppen mancher Schmetterlinge anders ausſehende Falter, als die keiner ſtärkeren Temperatur-Erniedrigung ausgeſetzten Sommerpuppen (Saiſon-Dimorphismus). Es handelt ſich dabei aber, wie wir ſpäter ſehen werden, um Variationen innerhalb beſtimmter Grenzen. Im Allgemeinen hat die Larve die wichtige Aufgabe zu erfüllen, die für die ſpäteren ſtarken Umwandlungen erforderlichen reichlichen Nahrungs- und Reſerveſtoffe einzuſammeln; wie ſie dieſe Aufgabe unter Wandlungen ihrer Geſtalt am beſten erfüllt, iſt eben ihre Sache. Anſcheinend iſt auch der Puppenzuſtand vieler höherer Inſekten, und zumal der Schmetterlinge, nur eine durch äußere Verhältniſſe, periodiſche Dürre, Jahreszeitenwechſel und dergleichen Hemmniſſe gebotene Unterbrechung der regelmäßigen Fortbildung, ein Uebergangsſtadium. Wie der Adam in der Bibel, ſo ſinkt das Thier in einen tiefen Schlaf, ſich kaum bewegend, ſammelt und ſpart es alle Kräfte für die Umwandlung des alten in einen neuen Adam. Die Raupe hat das Gebiß und den Magen auf das Fruchtbarſte arbeiten laſſen, um einen Vorrath des kräftigſten Lebensſtoffes für dieſe lange Pauſe des Faſtens und der inneren Sammlung anzuhäufen. Endlich iſt das große Werk vollendet. Aus der abgeſtreiften Hülle des alten Sündenlebens ſteigt das verklärte Bild des neuen Lebens, wie die Blume aus der Knoſpe. Die Imago, d. h. das vollendete Inſekt iſt die Blüthe des Kerbthierlebens, denn ihr Daſein iſt gleich der Pflanzenblüthe nur der Fortpflanzung gewidmet, während die Raupen und andere Larvenzuſtände ein oft langes Daſein geſchlechtslos verbrachten. Beim Schmetterling iſt der Kontraſt der oft häßlichen, kriechenden Larve (Raupe) mit dem leichtbeſchwingten, oft im herrlichſten Farbenſchmuck ſtrahlenden Falter am größeſten, die Weſens-Wandlung und Veredlung während des Puppenſchlafes am augenfälligſten. Jene Vervollkommnung und Vergeiſtigung der Raupe zum Schmetterling haben daher die Philoſophen, Theologen und Dichter aller Zeiten erfaßt, indem ſie den Falter zum Symbol der Pſyche erhoben, die ſich dem niedern, thieriſchen Daſein entringt und frei in die Höhe ſteigt.

XII.

Das Kleid der Erde.

(Landpflanzen.)

Denn nicht hat, wie mich dünkt, die Geschlechter (höherer Pflanzen)
Niedergelassen ein goldenes Seil vom Himmel zur Erde;
Noch das Meer sie erzeugt, noch die klippenreichen Gestade,
Sondern die Erde, die jetzt sie ernährt, hat sie auch geboren.

Lucrez II. 1123 ff.

Aus dem fast vollständigen Mangel aller und jeder Reste von Landthieren und Landpflanzen in jenen langen, die Hälfte des Gesammtalters der Erdveste umfassenden Primordialschichten hat man schließen wollen, daß bis gegen Ende der Silurzeiten ein allgemeines Meer das Erdenrund umflossen haben müsse, daß weder kleinere, noch größere Inseln bis dahin aus der nassen Wüste hervorgetaucht seien. Es ist das ein offenbar völlig unberechtigter Schluß und im Gegentheil war der Wechsel der Oberflächenbildung damals wahrscheinlich ein häufigerer als später; bald hier, bald dort tauchte demgemäß eine mit grünen Meeresalgen bedeckte Insel, wie das mit grünem Kranze geschmückte Haupt eines Meeresgottes aus der lauen Fluth empor. Das thatsächliche Fehlen von Lebewesen des festen Landes in diesen Schichten beweist an sich gar nichts weiter, als daß das Meer damals der einzig *sichere* Mutterschooß alles Erdlebens gewesen ist, so lange das Festland und seine Süßwasser-Ansammlungen ihm keine dauernde und verläßliche Uebersiedelungsstätte boten. In diesem Sinne sehr treffend, legten die alten Hellenen, die wohl sahen, daß Alles aus dem Meere hervorgegangen ist, ihrem Gotte Poseidon den Namen des Urväterlichen (Patrogeneios) bei. Wahrscheinlich war das älteste Festland zu unbeständig, der Wechsel zwischen Trockenheit und Ueberschwemmung noch zu häufig, um auf ihm eine eigenartige Lebewelt gedeihen zu lassen, und in den seltenen Ausnahmefällen, in denen sie einige schüchternen Versuche, sich dem Land- und Luftleben anzupassen, einige unsichere Schritte auf dem

Festlande gemacht haben mag, wurde sie vermuthlich sehr bald von dem auf seine Alleinherrschaft eifersüchtigen Okeanos wieder verschlungen. Die jungen, an sich noch wenig zur Hinterlassung von Resten geeigneten Festlandswesen gingen um so sicherer wieder unter, je vollständiger sie bereits das Schwimmen verlernt hatten.

Wir haben aber nicht nöthig, uns durch den Gedanken einer leeren Wasserwüste schrecken zu lassen, wir dürfen uns recht wohl schon in den ältesten Zeiten einladende Ufer, steile Felsklippen, deren Brust mit lebhaft farbigen Luftalgen überzogen war, im Hintergrunde sogar grüne Berge vorstellen, die, wenn nicht mit Wäldern, so doch mit einem in der feuchten Atmosphäre üppig aufgrünenden Moosrasen bedeckt waren. Zarte einzellige oder einfache Ketten und Körnchen bildende Algen hatten sich ans Land gewagt, wie sie noch heute jeden Herbst Baumrinden und feuchte Mauern mit freudig aufgrünendem Anflug auf der Wetterseite bekleiden und die Felsklippen in Nebel gehüllter Gebirgshäupter mit veilchenduftenden rostbraunen Algenketten überziehen. Dünne Faden- und Röhrenalgen, an einfache Lebensbedürfnisse gewöhnt, lernten vielleicht schon damals auf Algen- und Thierresten, welche die Brandung an's Ufer geworfen hatte, die Bequemlichkeit des Schmarotzerlebens kennen und sanken in Folge dessen auf eine niedrigere Allgemeinstufe der Entwicklung zurück, indem sie die gewöhnliche Strafe, welche die Natur auf das Aufgeben der selbständigen Ernährung gesetzt hat, empfingen. Sie wurden Fäulniß- oder Schimmelpilze und gründeten damit vielleicht erst das dem heiteren Lichtleben abgewendete Reich der im nächtlichen Dunkel, in Grüften und auf Verwesungsresten am üppigsten gedeihenden Pilze. Es giebt, wie Beyerinck und Andere gezeigt haben, noch heute viele Algen, die für gewöhnlich Autophyten, d. h. selbständig im Lichte gedeihende grüne Pflanzen sind, sich aber zu Saprophyten, d. h. auf stickstoffhaltiger organischer Substanz im Dunklen gedeihende Fäulnißpflanzen umzüchten lassen. Sie erzeugen zunächst noch grüne Körnchen in ihren Zellen, allein dieselben verlieren die scharfen Grenzen gegen das Protoplasma der Zelle und schließlich gelang es Krüger, durch anhaltende saprophytische Ernährung eine solche ursprünglich grüne Alge (Chlorella protothecoides) zur völligen Einstellung der Chlorophyllthätigkeit zu bringen, so daß sich dieselbe von der mit ihr zusammen im Schleimfluß der Bäume vorkommenden, stets farblosen (in den Kulturen weißen) Prototheca Zopfii in keiner Weise mehr unterscheidet.

Man kennt schon eine ganze Anzahl von Algen, die einer solchen doppelten Lebensweise (Amphitrophie) fähig sind und F. Ludwig hat eine besondere Klasse für solche direkt aus Algen erzogene Pilze aufgestellt, die er Neupilze (Caenomyceten) nennt. Ohne Zweifel wird dieser jetzt im Laboratorium des Botanikers geglückte Prozeß der Umzüchtung auch in der freien Natur häufig eingetreten sein, sobald niedere Algen mit organischen

Resten in dunklen Räumen in Berührung kamen, und es besteht kaum eine Schwierigkeit für den denkenden Naturforscher, aus solchen Anfängen das gesammte Pilzreich herzuleiten. Man hat nur anzunehmen, daß diese Zellen und ihre Abkömmlinge allmälig vollständig die Fähigkeit verloren haben, Chlorophyll zu bilden, auch wenn sie wieder ins Licht zurück gelangten, eine Annahme, die nicht weiter gewagt ist, wenn wir bedenken, daß selbst manche höhere Pflanzen, z. B. die Orchideen, die von Fäulnißstoffen leben und unmittelbare Verwandte grüner Pflanzen sind, dasselbe Verhalten zeigen. Ehe man diese Thatsachen kannte, lag es vielleicht näher anzunehmen, daß die Pilze unmittelbar, etwa als Schleimpilze auf dem Lufteinflusse ausgesetzten organischen Resten erschienen seien, wie die Lohblüthe und ihre Verwandten plötzlich so massenhaft auftreten, daß man meint, sie seien vom Himmel gefallen. Noch heute wird die freiwillige Entstehung niederer Pilzformen von vielen Naturforschern als sich fortwährend wiederholende Thatsache angenommen und die Pilze zeigen in ihrer Lebens- und Ernährungsweise (physiologisch), wie in ihrem Körperaufbau (morphologisch) so in die Augen springende Verschiedenheiten von den grünen Pflanzen, daß man ihnen eine Sonderstellung wohl zugestehen kann, die aber, wie gesagt, auch die Folge ihrer besondern Lebens- und Ernährungsweise sein mag.

Da ihnen das Blattgrün fehlt, so wird auch keine Stärke in den Pilzen gebildet, dagegen in allen Theilen Zuckerstoffe (Glykogene), Fette und stickstoffreiches Gewebe, wozu die Bestandtheile theils der Grundlage und theils der Luft und dem Wasser entnommen werden. Auch die höchstentwickelten Pilzformen bestehen nicht wie die Algen und höheren Pflanzen aus rundlich vieleckigen Zellen mit zum Theil verholzenden Wandungen, sondern aus einer besondern Art langgestreckter, dünnwandiger, meist kernloser Schläuche (Hyphen). Bei vielen Pilzen bleiben diese verästelten Schlauchzellen nahezu frei, oder verweben sich so lose, daß sie nur eine flockige Masse darstellen. Bei andern vereinigen sie sich zu dichteren Körpern von charakteristischer Form: zu Strängen, Ueberzügen auf organischen Massen, Knollen, Fruchtträgern u. s. w.; sie bilden dabei manchmal ein Scheinzellengewebe (Pseudoparenchym), welches sich zu knorpelharten Dauerkörpern, sog. Sklerotien verdichten kann. Alle Pilze, sowohl die verschwindend kleinen, welche sich, Krankheiten hervorrufend, in dem Zellgewebe anderer Lebewesen einnisten, als die großen Hut- und Schirmträger, beginnen ihr Dasein als ein aus einem einzelligen Keim (Spore) hervorgehendes, schimmelartiges, manchen niedern Fadenalgen ähnliches Gebilde, welches sich bei den Flüssigkeitspilzen (Fig. 300) im Feuchten, bei den auf lebenden Pflanzen und Thieren schmarotzenden, in deren Zellengewebe, bei den Erdpilzen in der humusreichen Erde ausbreitet. Aus diesem meist im Dunklen bleibenden Nähr- und Muttergewebe (Mycelium) steigt dann erst der Fruchtstand in Form von Flecken, Knöpfchen oder Pusteln an die

Überhöhe der von den Bögen trockenen Mauern mit Türen, aber in Mauern, die von Bögen getragen werden, ist es nicht möglich, weil die Bögen sich senken. Deshalb sind sie in Mauern, die von Bögen getragen werden, gänzlich oben verschlossen.

Fig. 464.
Architektonische Ansicht. Römisches Wand-Gemälde.

Eine Wasserleitung, der infolge ihr von Bedeutung ist, Bögen von den Bergen zu den Bergen, damit das Wasser darüber hinweg geführt werde. Nicht ausführungsmäßig sind, besonders hohe, sind, sage ich, zwei Reihenbögen, daß gewisse der höheren Bögen von gänzlicher einer gänzlichen Zerstörungen Bögen auf den niederen Bögen stehen, damit das Wasser darüber hinweg geführt werde, von Bögen auch selber ungleichen Maßen, einer Wasserleitung (Wasserleitung) sich verbinden. Es wurden hier in gewissen Stücken Bögen, die von Bögen getragen werden, gänzlich oben verschlossen. Es sind in einer Wasserleitungsbögen in diesen Zeichnungen sind Wasserleitungsbögen Wasserleitungsbögen, 90

Bei nach Richtung (Fortschritt) guter Übersichtigkeit in der Nähe der Kreuzungen (z. B. wenn man Kopf- oder Querstraßen auf weite Strecken übersehen kann) ist es nicht nötig, daß man sich dauernd an die in besonders schlechten Übersichtslagen gebotene weitere Verringerung der Geschwindigkeit hält, sondern man kann sich dann mit einer mäßigen Geschwindigkeit begnügen, die man nur in besonders schlechten Übersichtslagen weiterhin verringert.

Die Geschwindigkeit ist durch Gas- und Bremshebel (Hebel) regelmäßig zu beherrschen und nicht mit dem Fuße, sondern mit der Hand zu stellen. Bei den Kraftwagen mit Motor Benz-Daimler (Mercedes) ist der Gashebel (Fig. 160) rechts, der Bremshebel links von der Lenkstange angebracht, also auch in der Lage, daß man sich nicht zu kreuzen braucht, wenn man Gas gibt oder bremst.

Fig. 160.
Benzinauto System Daimler-Mercedes.

Beim Fahren mit Gas ist darauf zu achten, daß die Geschwindigkeit, die man durch Gas gibt, nicht größer ist, als man sie durch Bremsen wieder vernichten kann. Man darf also nicht mehr Gas geben, als man durch Bremsen wieder vernichten kann. Bei Steigungen ist dies besonders wichtig. Man darf nicht mehr Gas geben, als man durch Bremsen wieder vernichten kann, damit man nicht rückwärts rollt. Bei Steigungen darf man nicht mehr Gas geben, als man durch Bremsen wieder vernichten kann, damit man nicht rückwärts rollt. Bei Steigungen darf man nicht mehr Gas geben, als man durch Bremsen wieder vernichten kann, damit man nicht rückwärts rollt.

Bei Gefällen ist es nicht nötig, daß man dauernd Gas gibt, sondern es genügt, wenn man gelegentlich Gas gibt, damit die Geschwindigkeit nicht zu groß wird. Bei Gefällen ist es nicht nötig, daß man dauernd Gas gibt, sondern es genügt, wenn man gelegentlich Gas gibt, damit die Geschwindigkeit nicht zu groß wird. Bei Gefällen ist es nicht nötig, daß man dauernd Gas gibt, sondern es genügt, wenn man gelegentlich Gas gibt, damit die Geschwindigkeit nicht zu groß wird.

Bei Gefällen ist es nicht nötig, daß man dauernd Gas gibt, sondern es genügt, wenn man gelegentlich Gas gibt, damit die Geschwindigkeit nicht zu groß wird. Bei Gefällen ist es nicht nötig, daß man dauernd Gas gibt, sondern es genügt, wenn man gelegentlich Gas gibt, damit die Geschwindigkeit nicht zu groß wird. Bei Gefällen ist es nicht nötig, daß man dauernd Gas gibt, sondern es genügt, wenn man gelegentlich Gas gibt, damit die Geschwindigkeit nicht zu groß wird.

Bei Gefällen ist es nicht nötig, daß man dauernd Gas gibt, sondern es genügt, wenn man gelegentlich Gas gibt, damit die Geschwindigkeit nicht zu groß wird. Bei Gefällen ist es nicht nötig, daß man dauernd Gas gibt, sondern es genügt, wenn man gelegentlich Gas gibt, damit die Geschwindigkeit nicht zu groß wird. Bei Gefällen ist es nicht nötig, daß man dauernd Gas gibt, sondern es genügt, wenn man gelegentlich Gas gibt, damit die Geschwindigkeit nicht zu groß wird.

reihenweise von der Spitze eines Pilzfadens abschnüren, theils in Endkapseln entstehende, mit zwei Wimpern versehene Schwärmsporen, die vermöge ihrer Wimpern in Flüssigkeiten lustig umherschwimmen, bis sie eine Keimgelegenheit auf organischer Unterlage finden. Mitunter werden die Conidien, welche die Haupt-Ansteckungssporen darstellen, durch Wasserdruck nach allen Richtungen mehrere Centimeter weit fortgetrieben, wie bei dem sogenannten Fliegenschimmel (Empusa Muscae Fig. 303), der alljährlich im Herbst unzählige Fliegen tödtet, in deren an Fenstern, Wänden u. s. w. verendeten Körpern der Pilz sich entwickelt hat, und sie mit einer Staubglorie aus Conidien umgiebt, das sog. „Verstäuben" der Fliegen, welches Goethe lebhaft interessirte.

Die höheren Pilze (Mycomyceten) lassen sich als eine Weiterbildung der Brückenpilze (Zygomyceten) auffassen, haben aber die Algenähnlichkeit derselben abgestreift und sind in ihrer Lebensweise nicht mehr an das Wasser gebunden; sie sind Erdbewohner (terrestrische Pilze) geworden und haben gegliederte Pilzfäden (Hyphen) erlangt, dagegen die geschlechtliche Fortpflanzung völlig eingebüßt. Es tauchen zwar immer wieder Nachrichten auf, denen zufolge bald hier, bald da ein Forscher geschlechtliche Fortpflanzung auch bei höheren Pilzen beobachtet haben soll, aber diese Funde sind bisher noch immer widerlegt worden. Bei der reichlichen Bildung verschiedenartiger ungeschlechtlicher Keimzellen, die ihnen eigen ist, können sie der ersteren, die völlig erloschen scheint, entrathen. Wenn man sie trotz dessen als höhere Pilze bezeichnet, so kommt dafür der ungemeine Reichthum ihrer ungeschlechtlichen Vermehrungsarten, die sie aus den wenigen Formen der ungeschlechtlichen Sporenbildung bei Zygomyceten herausgebildet haben und die Formen-Mannigfaltigkeit ihrer Träger, das heißt des aus der Erde oder dem sonstigen Nährgrunde hervortretenden Theils, den wir gewöhnlich allein unmittelbar zu Gesichte bekommen, in Betracht. Dieser ganz erstaunliche Gestaltenreichthum, der sich ausschließlich auf ungeschlechtlichem Wege fortpflanzenden höheren Pilze liefert einen überzeugenden Beweis gegen die Richtigkeit der in neuerer Zeit aufgekommenen Lehre, daß die Formen-Mannigfaltigkeit der Wesen eine Folge gewisser bei der geschlechtlichen Fortpflanzung auftretenden Vorgänge sei, von denen später zu sprechen sein wird. Man theilt die höhern Pilze in zwei große Klassen, 1. in Schlauchpilze (Ascomyceten), die dadurch charakterisirt sind, daß sie keulen- oder kugelförmige Sporenschläuche (Asken) erzeugen, in denen durch freie Zellenbildung gewöhnlich 8, mitunter auch 2 bis 4, oder viele Innen- oder Schlauchsporen (Endo- oder Askosporen) gebildet werden,

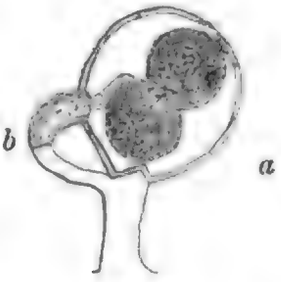


Fig. 203.
Befruchtung bei Achlya racemosa.
Nach de Bary. 250/1.

Fig. 303.
Fliegenschimmel.

neben denen aber noch mancherlei andere Sporenbildungen vorkommen, und 2. in Freisporenpilze (Basidiomyceten), welche sich nur durch freigebildete Sporen (Exosporen oder Conidien), die meist in der Vierzahl aus Pilzfäden mit vier Endspitzen (Basidien) hervorwachsen und abgeschnürt werden, fortpflanzen.

Zu den höhern Pilzen rechnet man auch die Hefenpilze, welche man nach Brefeld als die seit Urzeiten von der Menschheit kultivirten, in zuckerhaltigen Flüssigkeiten, wie Bierwürze, Traubensaft u. s. w. fortsprossenden Conidien höherer Pilze betrachtet. Sie zersetzen durch ihren Lebensprozeß, oder nach Buchner durch einen von ihnen gebildeten, abpreßbaren Saft, den Zucker unter Alkohol- und Kohlensäurebildung, wobei sie den Brod- und Kuchenteich locker auftreiben. Auch hat man aus ihnen verschiedenartig wirkende Abkömmlinge rein züchten können. Von welchen Gattungen höherer Pilze diese Hefen-Conidien abstammen, ist bisher unbekannt; man hat indessen aus den Conidien beider Abtheilungen der höhern Pilze, sowie selbst aus denen der Mucor-Arten (S. 452) Hefenpilze züchten können.

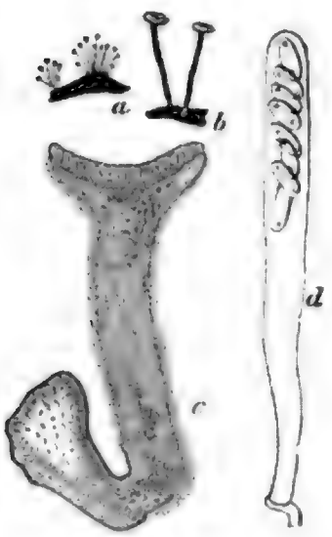


Fig. 304.
Sclerotinia Fuckeliana.
a, b Fruchtstände in natürlicher Größe, c Vergrößerung von b mit einem Apothecium, d ein achtsporiger Fruchtschlauch (Ascus) daraus stark vergrößert.

Die Schlauchpilze oder Askomyceten lassen sich in zwei Unterabtheilungen trennen, solche, bei denen die Sporenschläuche auf den Mycelzweigen erscheinen (Gymnoasci) und solche, bei denen sie über einer besondern Hautschicht (Hymenium) in anfangs geschlossenen Fruchtbehältern gebildet werden (Carpoasci). Von den Fruchtformen der letzteren mag uns ein kleiner Scheibenpilz der Weinrebe (Sclerotinia Fuckeliana Fig. 304) eine Vorstellung geben. Bei ihm erscheint der Schlauchfruchtstand (b c) in Form eines von einer Hülle (Peridie) umgebenen Fruchttellers (Apothecium), in welchem die innerhalb unfruchtbarer Fäden (Paraphysen) eingeschichteten meist achtsporigen Schlauchfrüchte oder Asken (d) reifen. Bei den weiter hierher gehörigen Kernpilzen (Pyrenomyceten), zu denen von bekannteren Pilzen der Mutterkorn-Erzeuger, ferner der hirschgeweihförmige, auf Baumstümpfen schmarotzende Holzpilz (Xylaria Hypoxylon), und die Keulenpilze (Cordyceps-Arten) gerechnet werden, deren Sporen auf lebenden und todten Insekten und Insektenlarven keimen, dann in ihre Körper eindringen und erstere tödten, liegen die Schlauchfrüchte in kleinen in die Oberfläche des Fruchtkörpers versenkten Büchschen (Perithecien). Die Cordyceps-Arten, deren Muttergewebe (Mycelium) den Inhalt der befallenen Insekten, z. B. zur Verpuppung in die Erde gegangener Schmetterlingsraupen (Fig. 305) vollständig aufzehrt und dieselben wie Aus-

ſtopfungsmaterial mit ſeinen Fäden zuletzt völlig erfüllt, gaben in früheren Jahrhunderten Anlaß zu den Sagen von Thierpflanzen, d. h. von Thieren, die ſich in Pilze verwandeln, oder während der einen Hälfte ihres Lebens Thier und während der andern Pflanze ſeien. Aus dem in der Erde vergrabenen Inſekt wächſt nämlich der Fruchtträger als ein oft lebhaft gefärbtes zungen-, hirſchgeweih- oder keulenförmiges Gebilde empor, deſſen ſcheinbare Wurzel, wenn man es ſorgſam aus der Erde herausgräbt, eine oft wohlerhaltene Inſektenleiche bildet. Die in Fig. 305 dargeſtellte Art iſt das Awete oder Hotete der Neuſeeländer, welches von denſelben eifrig geſucht und verzehrt wird, während die Chineſen die Keulen einer andern Art (Cordyceps sinensis) unter dem Namen „Sommerpflanze und Winterwurm" als koſtbares Arzneimittel in den Apotheken halten. Manche dieſer Pilze ſind im Naturhaushalt äußerſt nützlich, indem ſie die Larven ſchädlicher Inſekten, die in großen Maſſen als Plage aufgetreten ſind, wie z. B. bei uns die Winterſaateule oder die Kiefernſpinner ſchaarenweiſe befallen und tödten.

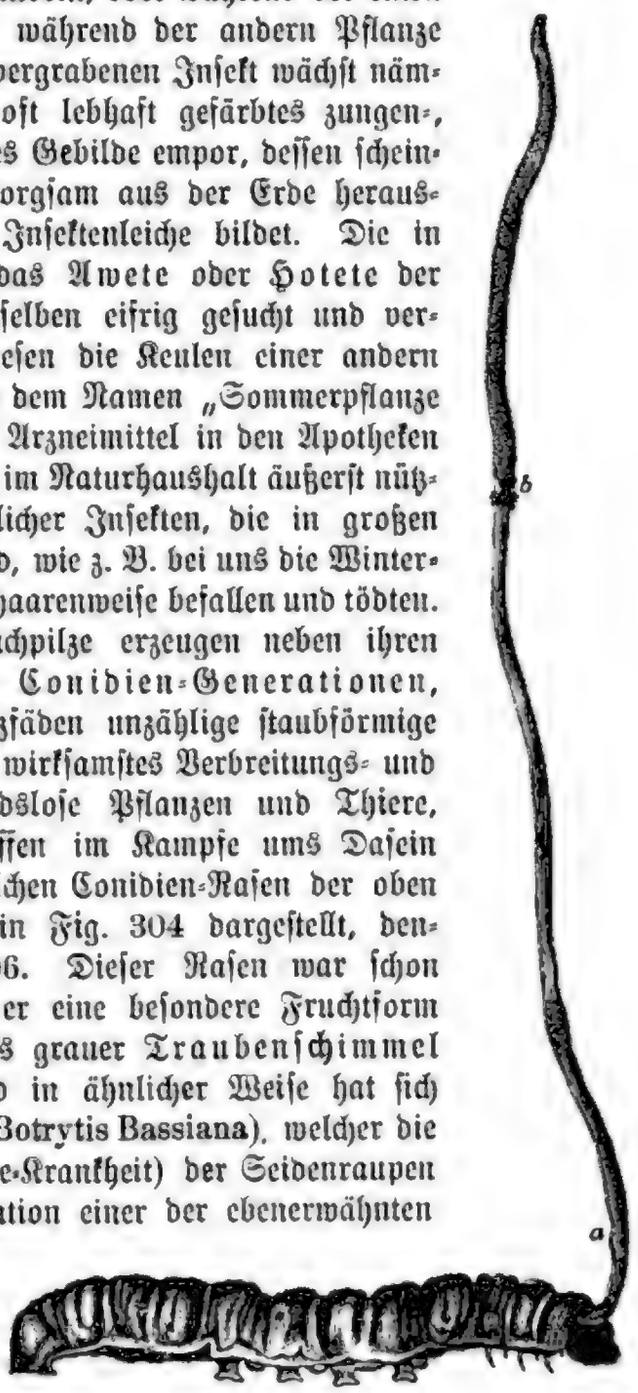


Fig. 305.
Cordyceps Robertsii auf der Raupe von Hepialus virescens. a Stiel des Fruchtkörpers, b Schlauchfrüchte.

Die meiſten dieſer Schlauchpilze erzeugen neben ihren Fruchtſchläuchen noch zahlreiche Conidien-Generationen, welche von oft verzweigten Pilzfäden unzählige ſtaubförmige Sporen abſchnüren, die ſich als wirkſamſtes Verbreitungs- und Anſteckungsmittel für widerſtandsloſe Pflanzen und Thiere, recht eigentlich als Angriffswaffen im Kampfe ums Daſein bewähren. Wir ſehen einen ſolchen Conidien-Raſen der oben abgebildeten Sclerotinia bei a in Fig. 304 dargeſtellt, denſelben vergrößert zeigt Fig. 306. Dieſer Raſen war ſchon früher, ehe man wußte, daß er eine beſondere Fruchtform jenes Scheibenpilzes darſtellt, als grauer Traubenſchimmel (Botrytis cinerea) bekannt, und in ähnlicher Weiſe hat ſich der Seidenraupenſchimmel (Botrytis Bassiana), welcher die gefürchtete Kalkſucht (Muscardine-Krankheit) der Seidenraupen erzeugt, als die Conidien-Generation einer der ebenerwähnten Keulenpilz-(Cordyceps-)Arten herausgeſtellt. Die Conidien-Raſen der Schlauchpilze erſcheinen in der Regel früher als die Schlauchfrüchte, und man kennt ſolche Isaria-Pilze, die ſich vorzugsweiſe durch Conidien fortpflanzen und es nur höchſt ſelten zur Bildung von Schlauchfrüchten bringen. Die keimenden Conidien erzeugen aber denſelben Pilz und dieſelbe Pflanzen- oder Thier-

herrlich war es Schlachtenlust beschieden. Bei dem dem ersten Stichhieb und der verführerischen Bestimmung von Hieb- und Stichwaffen in die Hände zu gebrachten Waffe der Reiter, die mit der Lanze ausgerüstet waren, ist der Stich in's Herz ein Hauptstich.

Bei voller Ausrüstung Schlachtenlust Beschieden. Bei dem dem ersten Stichhieb und der verführerischen Bestimmung von Hieb- und Stichwaffen in die Hände zu gebrachten Waffe der Reiter, die mit der Lanze ausgerüstet waren, ist der Stich in's Herz ein Hauptstich.

Fig. 64.
Mittelalterliche Turnierlanze mit Krone und Stechhut.
Aus dem Zeughause zu Wien.

Schlachtenlust Beschieden. Bei dem dem ersten Stichhieb und der verführerischen Bestimmung von Hieb- und Stichwaffen in die Hände zu gebrachten Waffe der Reiter, die mit der Lanze ausgerüstet waren, ist der Stich in's Herz ein Hauptstich.

Bei voller Ausrüstung

sporen), die oft von so beständiger brauner oder schwarzer Farbe sind, daß die Chinesen und Japaner sie als Aquarellfarben benutzen.

Unter den niedern oder Proto-Basidiomyceten, zu denen die Brandrostpilze (Uredinaceen), Ohrenpilze (Auriculariaceen) und Zitterpilze (Tremellinaceen) gerechnet werden, bilden die ersteren ein lehrreiches Gegenstück zu den ihren Wirth wechselnden und daher einen mehrfachen Generationswechsel zeigenden Schmarotzer-Würmern (S. 276 ff.), sofern auch diese Schmarotzerpilze von einer Pflanze auf die andere übergehen müssen, um ihren Entwicklungskreis zu durchlaufen. Werfen wir

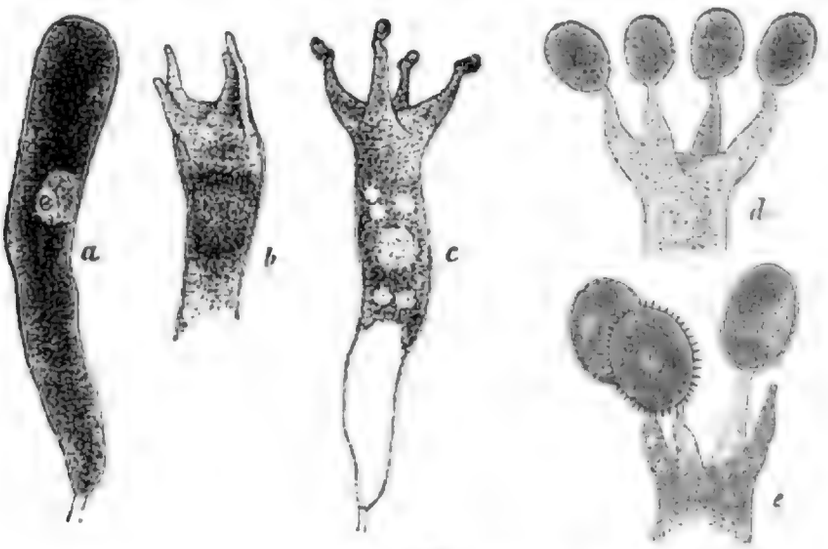


Fig. 307.
Autobasidien des Rindenpilzes (Corticium) in verschiedenen Entwicklungszuständen a—e.

einen Blick auf die Lebensweise des Gras- oder Getreide-Rostes (Puccinia graminis Fig. 308 und 309), so haben wir bei ihm nicht weniger als fünf Entwicklungsfolgen (Generationen) zu unterscheiden. Das Sporenlager der Brand- oder Sommersporen erscheint im Juli auf den grünen Theilen der Graspflanzen oder des Getreides in Form gelbbrauner, länglicher Pusteln (Fig. 308 A), welche die Oberhaut sprengen und ihren Inhalt entleeren. Die eiförmigen Sommersporen mit farbloser Haut und braungelbem Inhalt treiben aus ihren 2 bis 3 Keimsporen Keimfäden hervor (Fig. 308 B) die durch die Spaltöffnungen der Graspflanze eindringen und in deren Gewebe ein neues Mycel bilden, welches als zweite Brandsporen-Generation in länglichen schwarzen Pusteln (Sporenlagern C) erscheint, nach denen dieser Rost, der zweizellige Wintersporen (Teleutosporen D) mit schwarzbrauner Wandung und farblosem Inhalt erzeugt, Schwarzrost genannt wird. Im nächsten Frühjahr keimen diese Wintersporen und treiben Keimfäden (Fig. 308 D a, b), die nicht unmittelbar in die Pflanze eindringen, sondern eine kurze Zellreihe, ein Promycelium als dritte Generation bilden, aus deren obersten Zellen sich Proto-

basidiensporen oder Sporidien (Fig. 308 D c) abschnüren, die der Wind auf den andern Wirth, der in diesem Fall meist ein Berberitzenstrauch (Berberis vulgaris) ist, hinführen muß, wenn sie keimen sollen. Ihre Keimfäden durchbohren die Oberhaut des Berberitzenblattes, und erzeugen in dessen Zellengewebe ein Mycel, welches, soweit es sich ausdehnt, das Blatt gelbroth färbt. Nach einigen Tagen erscheinen auf der Blattoberseite kleine krugförmige Behälter (Spermogonien Fig. 309 C b), welche in ihrem Innern durch Abschnürung stabförmige Conidien (Spermatien Fig. 309 D) erzeugen, und die vierte Generation darstellen. Einige Tage später entstehen aus demselben Mycelium auf der Unterseite des Blattes zierliche Becher- oder napfförmige Brandsporenlager, der die fünfte Generation darstellende Becherrost (Aecidium Fig. 309 A), von dessen Boden zahlreiche parallele Reihen kuglicher Zellen wie Perlschnüre (C f) ausgehen, Chlamydosporen, welche schließlich aus dem Becher herausstäuben und wenn sie auf Grasblätter fallen oder vom Winde darauf geweht werden, daselbst sogleich keimen können, wodurch wieder ein Mycel mit Sommersporen entsteht und der Kreislauf von vorn beginnt.

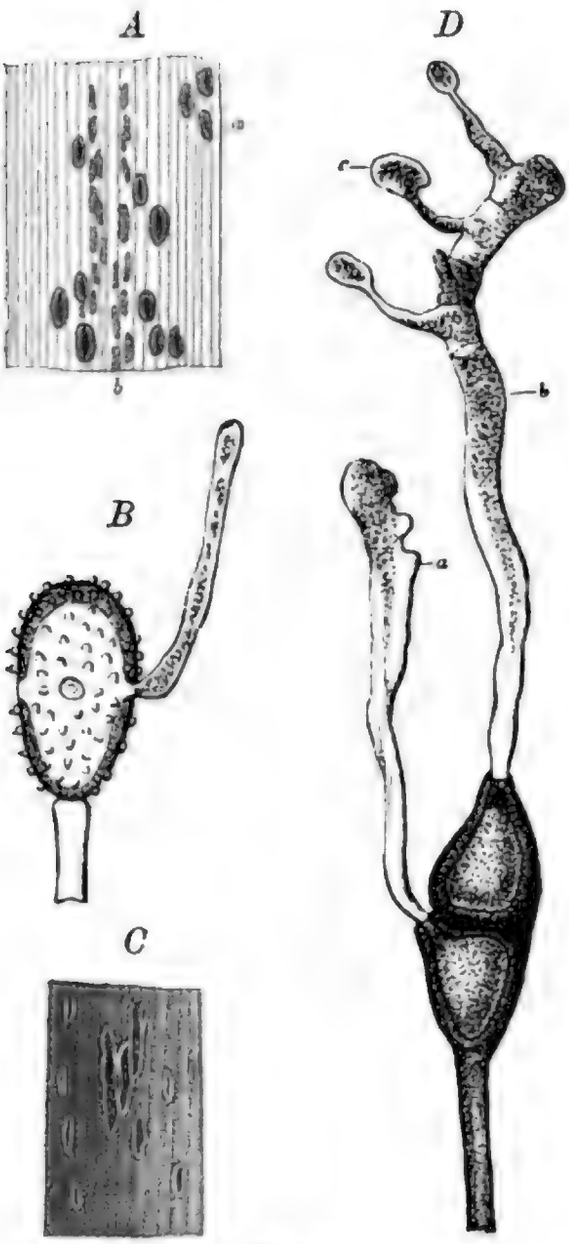


Fig. 308.
Puccinia graminis. Pustel-Generationen.

Erikson und Hennings haben in den letzten Jahren gegen 30 Formen von Getreiderost unterschieden, deren Becherform meist auf der Berberitze lebt, während die Pustelform immer nur auf eine bestimmte Getreideart (Roggen, Gerste, Weizen, Hafer) übergeht, so daß die Brandsporen des vom Weizen stammenden Becherrosts nicht mehr auf Roggen übergehen u. s. w. Es scheint demnach, daß die ursprünglich von gemeinsamer Ahnenform stammenden Getreidebrand-Arten der Gattung Puccinia sich nach den Nährgräsern verunähnlicht und neue Arten gebildet

Leder, die aber meistens auch die Aufschlagfarben auf Vorderen aufführen. Als Abzeichen sind Litzen, die Vorderen, Schnüre und vor Allem die Achselstücke zu verstehen, doch hat Oberstleutnant Lang, der 1. Leibhusaren-Regiment Nr. 1 in Ludwigsburg, Oberstleutnant Graf Pückler, der 2. Leibhusaren-Regiment Nr. 2 in Rastatt, Oberstleutnant Graf Bismarck, der 3. Leibhusaren-Regiment Nr. 3 in Karlsruhe, Oberstleutnant Graf Bismarck, der 4. Leibhusaren-Regiment Nr. 4 in Mannheim, Oberstleutnant Graf Bismarck, der 5. Leibhusaren-Regiment Nr. 5 in Mannheim, Oberstleutnant Graf Bismarck, der 6. Leibhusaren-Regiment Nr. 6 in Mannheim, Oberstleutnant Graf Bismarck, der 7. Leibhusaren-Regiment Nr. 7 in Mannheim, Oberstleutnant Graf Bismarck, der

sich meist im Humus oder verwesendem Holz, selten schmarotzend auf noch lebenden organischen Körpern ausbreitet. Die Fruchtträger, welche in der Gestalt von Hüten, Schirmen, Korallenbüschen, Kugeln, aber auch in der von phantastischen Pilzblumen aus der Erde steigen, sind meist sehr vergänglich, mitunter nur eine Nacht dauernd; blos bei den Baumschwämmen (Polyporaceen) dauerhafter. Die Fruchtschicht (Hymenium) breitet sich in der ersten Abtheilung frei auf der Oberfläche besonderer, häufig hervorragender Theile der Träger auf Leisten, Kämmen, Stacheln, Röhrenwandungen u. s. w. aus, während sie bei den Bauchpilzen wenigstens anfangs in einem rings eingeschlossenen Behälter eingebettet liegt, der sich erst später öffnet. Von den allgemein bekannten Hutpilzen, unter denen sich so viele eßbare und wohlschmeckende Arten, neben freilich auch zahlreichen giftigen befinden, gehören nur der Steinpilz, Kapuzinerpilz und wenige andere zu den Löcherschwämmen (Boletus-Arten), die meisten zu den Blätterschwämmen (Agaricaceen), deren Name sich darauf bezieht, daß von dem Stiele des schirmförmigen Fruchtkörpers, zahlreiche dünne Platten (Lamellen) oder Blätter, welche die Basidien tragen, über die Unterseite des Hutes ausstrahlen und sich manchmal verzweigen.

Die Entwicklung der über dem Mycel aus der Erde emporsteigenden Fruchtkörper bildet mancherlei Eigenthümlichkeiten. Nur wenige Fruchtträger wachsen ohne Schleier oder Hülle (Volva) aus einem oder mehreren Mycelsträngen, welche die Nahrung herzuleiten, aus der Erde empor. Die meisten erscheinen anfangs mit einem Schleier, der bei den Champignons nur den Hut einhüllt, und beim Zerreißen einen obern Ring am Stiele zurückläßt, bei den meisten Arten aber den Hutträger von unten auf umgiebt, so daß der Pilz wie ein geschlossenes Ei aus der Erde steigt. Der stärker wachsende Stiel sprengt dann diese Hülle, deren Reste als Ring am untern Stiel sitzen bleiben, oder auch, wie beim Fliegenschwamm, als große weiße Fetzen auf dem rothen Hute haften. Da das Muttergewebe (Mycel) seine meiste Nahrung aus den Dung- und Humusstoffen des Bodens zieht, und sich darin centrifugal ausbreitet, so erheben sich die Fruchtkörper an der Peripherie des oft viele Jahre ausdauernden Mycels und bilden dann geschlossene Kreise, die alljährlich größere Durchmesser erreichen, im feuchtdunstigen England mitunter solche von über hundert Fuß Durchmesser. Während das Nährgewebe im Centrum wegen Erschöpfung des Bodens an Nährstoffen allmälig abstirbt, düngt der Pilzring am Umfange beim Absterben den Boden, so daß dort ein dunkelgrüner Grasring die Stelle noch über die kurze Dauer des Pilzringes hinaus bezeichnet. Das Volk, welches sich diese Erscheinung nicht zu erklären vermochte, sah darin Elfen- oder Hexenringe, die durch die nächtlichen Tänze dieser Phantasiewesen im Grase erzeugt würden, worauf Shakespeare im Sommernachtstraum wiederholt anspielt.

Die Hutpilze mit vollständiger Hülle machen den Uebergang zu den Bauchpilzen (Gasteromyceten), unter denen die Boviste (Lycoper-

bestellt sich die oft ganz unerträgliche, die unerklärliche Lampenexplosion. Ein Schirm, der die Lampe ganz umgibt, ist daher ein Gebot der Vernunft. Abbildungen von solchen Schirmen. Die eigene Lampe des Zimmermalers absichtlich parodiert mit altertümlich-deutschen Figuren), verfehlt ihren

Fig. 214.
Lampenschirm mit Glasmalerei. Nach der Ausstellung des Kunstgewerbe-Vereins.
Von Prof. Walter in Darmstadt. Ausgeführt von Jos. Scheiwiller in Wien.

Zweck, die Lampe zu verdecken, vollends Straßenlampen, ohne Sinn angebracht. Schon durch solche Dinge wird unser Auge verdorben, und die Verbindung von so viel Häßlichkeit beschränkterSeelen kommt schließlich dem Ruin des Geschmackes gleich. Ein Lampenschirm soll nicht mehr sein, als ein Schirm. Zudem muß dieser, wie jeder Schirm, ein Gegenstand sein, der Wissen und nur

dienen die Bezeichnung als Pilzblumen vollständig. Der in Fig. 310 abgebildete, in Sanct Catharina (Brasilien) als Schleierdame bezeichnete Pilz senkt, wenn er in den Nachmittagsstunden schleierlos aus dem Ei gestiegen ist, sein zartes Schleiernetz, wie Möller beobachtete, unter hörbarem Knistern unter dem Rande seines grünen Hutes hervor, so daß man sein Wachsthum (welches freilich wesentlich nur eine Dehnung des vorher fertig angelegten Gebildes ist) sieht und hört. Er entfaltet seine volle Schönheit, wie eine Nachtblume erst gegen Mitternacht, worauf er am nächsten Morgen schon hat im starken Verfalle begriffen ist. Ueber diese anmuthigen Gebilde hinaus das Pilzreich, welches neben grünen Pflanzen und Thieren eigentlich einen Lebenskreis für sich darstellt, nichts Höheres hervorgebracht.

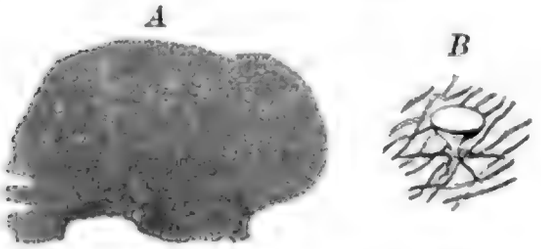


Fig. 311.
Coenogonium. A Natürliche Größe. B Ein Pilz daraus vergrößert.

Den Biologen sind die Pilze in neuerer Zeit höchst anziehend geworden, durch die Bündnisse, die sie mit grünen Pflanzen eingehen, um mit ihnen einen gemeinsamen Haushalt zu führen. Auf der Erde von verwesenden Stoffen zehrend, sehen wir an den Brand- und Schimmelpilzen, daß sie ihren Körper gern auch aus den Säften frischer Pflanzen, die sie freilich dabei krank machen, aufbauen, aber sie können auch Gegenseitigkeitsleistungen, für die Entnahme der Nährstoffe, welche die grünen Pflanzen im Lichte bereiten, anbieten, indem sie ihnen dafür Stickstoff zuführen, den sie sich, wie es scheint, direkt aus der Bodenluft aneignen können. Am frühesten erkannt wurden ihre Verbindungen mit grünen Körnchen- oder Fadenalgen, die in feuchter Luft auf Baumrinden und Felsen zu gedeihen im Stande sind. In den feuchten Wäldern Brasiliens und andrer Tropenländer siedeln sich in dem grünen Filze der Fadenalgen, welche dort häufig die Stämme und Aeste der Bäume bedecken, Schaaren kleiner, oft nicht mehr als Stecknadelkopf großer Pilze an, die von den Nahrungsstoffen, welche die grünen Algenfäden im Lichte bereiten, mitzehren, aber anscheinend keine weiteren Veränderungen hervorbringen, als daß sie mittelst ihres spärlich entwickelten Nährgewebes den Filz etwas mehr verdichten (Fig. 311). In diesen Gesellschaftspflanzen, die man als Coenogonium, Ephebe u. s. w. bezeichnet, ist Pilz und Alge

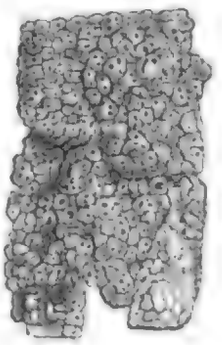


Fig. 312.
Porenflechte (Pertusaria communis).

Fig. 313.
Becherflechte (Cladonia pyxidata).

noch deutlich und mit bloßem Auge als getrennt nebeneinander lebend zu erkennen, und man bezeichnet sie als gemeinsames Wesen nur deshalb, weil der Pilz die Alge offenbar nicht schädigt, wie es der Brandpilz bei höhern Pflanzen thut, sondern mit ihr einen gedeihlichen, gemeinsamen Haushalt führt. Viel inniger wird das Bündniß der beiden so verschiedenartigen Pflanzen bei den Flechten (Lichenes), jenen kleinen, gewöhnlich fälschlich als „Moose" bezeichneten Pflanzen, welche Steine, Felsen, Mauern, Zäune, Baumrinden mit krustenartigen, mitunter lappigen Ueberzügen versehen, wie die Porenflechte (Fig. 312) oder die gelbe Wandflechte (Parmelia parietina), welche Baumstämme, Holz- und Steinwände mit bei Regenwetter lebhaft gelb werdenden lappigen Gebilden überzieht. Andere wachsen auf der Erde und bilden dort große weiße Lappen, wie die Hundsflechte (Peltigera canina) oder kleine Pokale wie die Becherflechte (Cladonia pyxidata Fig. 313), eine nahe Verwandte der wie mit rothem Siegellack betropften Cladonia pleurota im „Brockensträußchen", oder verzweigte Gesträuche, wie die Renthierflechte (Cladonia rangiferina) und das „isländische Moos" (Cetraria islandica). Noch andere hängen wie lange grau-grüne oder schwefelgelbe Bärte von den Aesten der Bäume herab, z. B. die Bartflechte (Usnea barbata Fig. 314). Gegen zweitausend verschiedene Flechtenformen waren von den Botanikern als eben so viele gute Pflanzenarten unterschieden worden, bis Schwendener vor etwa dreißig Jahren den Nachweis erbrachte, daß alle diese, scheinbar so individuelle Gestalten, Gesellschaften aus Pilzen und Algen seien, eine Erkenntniß, die nach einem verzweifelten Widerstande der Flechten-Systematiker durch Bornet, Stahl, Treub, Frank, Alfred Möller und andre Botaniker sowohl durch Zerlegung der Flechten in ihre beiden Bestandtheile, wie durch Zusammensetzung neuer Flechten aus denselben bewiesen wurde. Unter dem Mikroskope erkennt man bei Durchschnitten durch das Flechtenlager zerstreute grüne Kügelchen (Gonidien) oder grüne Zellenketten, die von Pilzhyphen umsponnen werden. Die Gonidien ergaben sich als Algentypen der Cyanophyceen, Protococcoideen, oder Nostoc-Arten (die grünen Zellketten in Fig. 315), die im Wasser frei wurden und weiterlebten, wenn man das farblose Hyphengewebe der Fäulniß überließ. Dieselben Algenarten, von denen eine ganze Anzahl sicher bestimmt werden konnte, kommen oft mit den Hyphen verschiedener Pilzarten zu sehr unähnlichen Flechten verbunden vor.

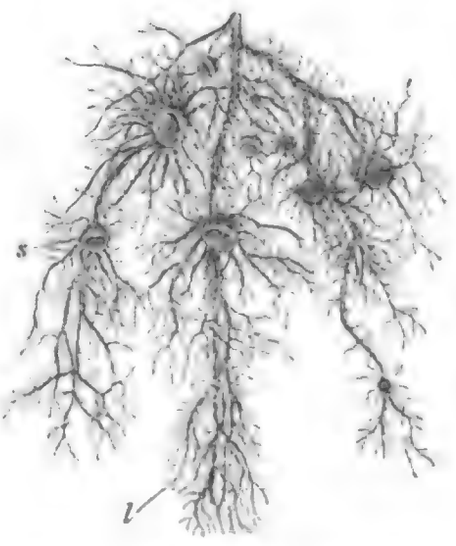


Fig. 314.
Bartflechte (Usnea barbata). s Apothecium.

Von den Pilzen sind es besonders die Schlauchpilze und unter diesen die Scheibenpilze (Diskomyceten Seite 454), die am häufigsten mit Algen flechtenbildend in Lebensgemeinschaft treten. Sie stecken in solchen Flechten, welche becherartige Keimbehälter (Apothecien Fig. 315) wie sie selbst (Fig. 304) bilden und wie wir sie z. B. bei der Becher- und Bartflechte (Fig. 313 und 314) wiederfinden. Auch die Kernpilze bilden Flechten und die oben abgebildete Porenflechte (Fig. 312) gehört zu den Kernpilz-Flechten. Seltener treten Basidienpilze in die Bildung des Flechtenkörpers ein, doch

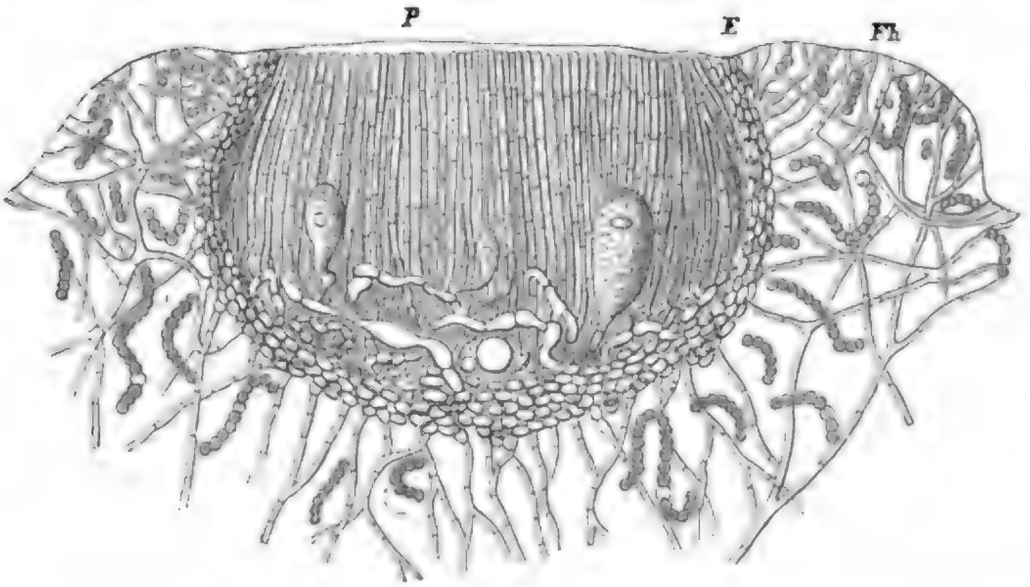


Fig. 315.

Vergrößerter Schnitt durch den jungen Keimbecher (Apothecium) einer Gallertflechte (Collema microphyllum). F h Der aus farblosen Pilzfäden und gefärbten Algenketten einer Nostoc-Art gebildete Flechtenkörper (Thallus). E Rundzelliges Gewebe, welches die Schlauchschicht einschließt, in der drei junge Sporenschläuche entspringen, darüber parallel verlaufende Pilzfäden (Paraphysen). Nach E. Stahl.

sind immerhin eine ganze Anzahl namentlich in tropischen Gegenden heimischer Flechten gefunden worden, welche die Hyphen von Hautpilzen (Hymenomyceten) und Bauchpilzen (Gasteromyceten) enthalten. An der Bildung des individuellen Körpers und der äußern Erscheinung der Flechte dürften die Pilzfäden den Hauptantheil haben; sie spinnen die sich durch Theilung vermehrenden Algenzellen und Zellketten in eine Feuchtigkeit haltende Gewebehülle, die durch klammerartige Scheinwurzeln sich auf einer Unterlage festheftet und durch sie auch Nährstoffe aufnimmt. In dieser Pilzhülle leben die grünen Algen und bereiten Stärke und Zuckerstoffe, ähnlich wie im Leibe lebendiger Thiere (vgl. Seite 217). Aber die gegenseitige Anpassung der Pilz- und Algen-Elemente geht hier so weit, daß die Theilhaber der Firma wie die Organe eines und desselben Körpers wirken und auch individuelle chemische Körper (besondre Stärkearten, organische Säuren, Bitterstoffe, Farbstoffe, sogar giftige Stoffe) erzeugen, die keines der beiden morphologischen Elemente für sich hervorbringen könnte.

Wenn demnach auch die Flechten als einfache Pflanzenarten aufgehört haben zu zählen, so beanspruchen sie nichtsdestoweniger im System als zusammengesetzte Arten weitergeführt zu werden, denn sie treten uns als Individuen von sich gleichbleibender ausgeprägter Physiognomie entgegen.

Aber die Pilzfäden wagen sich auch an höhere Pflanzen heran, und gehen mit den Wurzeln derselben ähnliche Bündnisse ein, wie mit den Algen in den Flechten. Zuerst wurden derartige verpilzte Wurzeln 1880 von Rees an unsern Nadelhölzern erkannt, 1885 wies sie Frank bei den Cupuliferen (Eichen, Roth- und Weißbuchen, Haselnüssen, echten Kastanien u. s. w.) nach und später erkannte man die Pilzwurzel (Mycorhiza) als ein vielleicht bei der Mehrzahl aller Pflanzen vorkommendes Ernährungsorgan. Bei den genannten Laubbäumen unserer Wälder umspinnen Pilzhyphen die feineren und jüngeren Endverzweigungen der Wurzeln mit einer dichten Hülle (Fig. 316—320) aus eng aneinandergedrängten Pilzhyphen, die außen oft freie Pilzfasern ausstrecken, während sich endophyte Hyphen zwischen die äußern Zellen des Wurzelgewebes hineindrängen und dieselben oft völlig umspinnen. Diese hell- bis dunkelbräunlichen Pilzfutterale umschließen die letzten Wurzelverzweigungen der Bäume, welche ihre sog. Wurzelhaare verlieren, vollständig, und bilden oft verhältnißmäßig starke Ueberzüge der Wurzelverzweigungen, die gegenüber dem natürlichen Wachsthum (Fig. 317 a) eine verkürzte korallenartige Form annehmen. Manchmal bleibt trotz sehr dicker Mycorhiza-Hülle (Fig. 319 und 320) die Wurzel doch gestreckt und die abstehenden Pilzfasern der äußern Schicht erscheinen wie Wurzelhaare. Vergleichende Versuche haben ergeben, daß die erwähnten Waldbäume in einem Boden der mit solchen Mycorhizen bildenden Pilzen durchsetzt ist, besser gedeihen, als wenn sie in einem übrigens wohl gedüngten Boden gezogen werden, dessen mineralische Grundlage aber vorher sterilisirt, d. h. durch Erhitzung über 100 Grad von allen lebenden Pilzkörpern befreit worden war. Ja, manche Pflanzen haben sich derart an diese Hilfsmannschaften der Ernährung, als welche man die Pilzhyphen bezeichnen muß, gewöhnt, daß sie ohne solche nicht mehr gedeihen wollen; so z. B. viele unsrer Heidekräuter (Ericaceen),

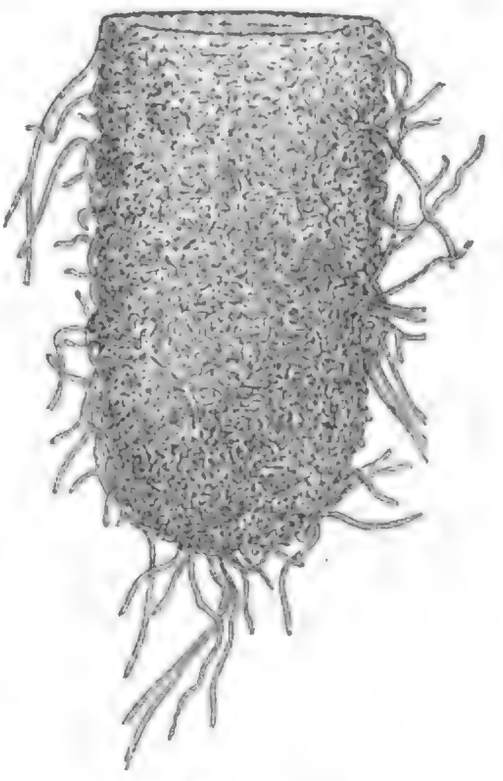


Fig. 316.
Spitze des Mycorhiza-Zweiges einer Rothbuche (Fagus sylvatica). 145/1. Nach Frank, Schriften der deutschen Botan. Gesellschaft.

die Verwandten unſerer Blau- und Preißelbeeren (Vaccinieen), ſowie zahlreiche Orchideen, während andere Pflanzen zwar ohne Pilzgenoſſenſchaft wachſen, aber unter dem Einfluß derſelben beſſer gedeihen. Schlicht und Janſe fanden unter einer Anzahl auf's Gerathewohl gewählter Pflanzen aller Abtheilungen der Geſammtheit, weit über die Hälfte mit Pilzwurzeln verſehen, darunter viele unſerer gemeinſten und anſcheinend genügſamſten Unkräuter, wie Ranunculus-, Bellis-, Taraxacum-Arten, ſogar Farne und Mooſe.

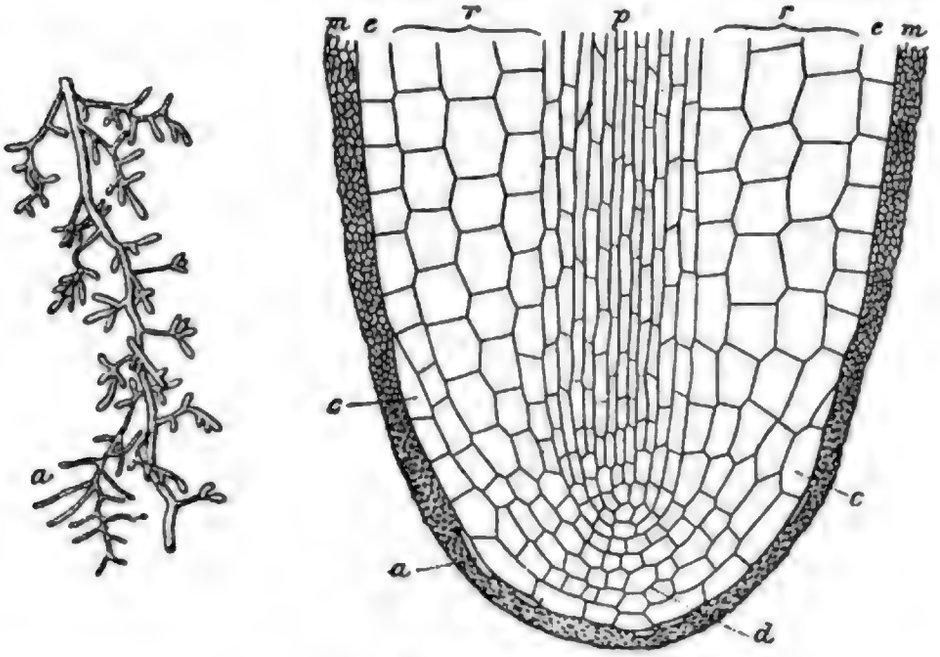


Fig. 317 und 318.
Mycorhiza der Weißbuche (Carpinus Betulus).
Endverzweigungen in natürlicher Größe und Längsſchnitt der Spitze einer noch wachſenden Verzweigung, 480fach vergrößert. p Plerom, r r Periblem, c d e Zellſchichten, aus denen Wurzelhaube und Epidermis hervorgehen. Nach Frank.

Unter etwa 500 von ihm unterſuchten Orchideen traf Wahrlich nicht eine einzige Art ohne Mycorhiza. Manche dieſer mit Pilzen verbündeten Orchideen verlieren dann aus ihren Geweben alles Blattgrün und leben gleich den Pilzen als reine Fäulnißpflanzen (Saprophyten); ſie ſind, wie Mac Dougal annimmt, vom ſymbiotiſchen Saprophytismus zum Voll-Saprophytismus gelangt.

Ueber die Rolle, welche die Pilzwurzeln bei der Ernährung der höhern Pflanzen ſpielen, hat man verſchiedene Meinungen geltend gemacht. Zunächſt kann man nicht daran zweifeln, daß die Bäume und niedern Pflanzen mit den Pilzwurzeln beſſer gedeihen, als ohne dieſelben, obwohl die Pilze offenbar von den Kohlehydraten, welche die grüne Pflanze im Lichte bereitet und in die Wurzeln hinabſendet, mitzehren. Frank glaubte anfangs, daß die Pilze nur eine leichtere Aufnahme des Waſſers und der Mineralſtoffe, ſowie der Stickſtoffverbindungen des Bodens bewirken, aber Nobbe

und Hiltner haben (1898) gezeigt, daß manche, wenn nicht alle solche Pilze das Vermögen besitzen, Stickstoff aus der Bodenluft zu binden, und der höheren Pflanze zuzuführen. Hellriegel und Wilfarth hatten schon früher festgestellt, daß die Hülsenpflanzen (Leguminosen), wie Lupine, Erbsen, Serradella u. s. w., durch runde Knöllchen, die sich an ihren Wurzeln bilden, und niederste pilzartige Protisten (Bakterien und Streptothrix-artige Formen) enthalten, befähigt werden, auf ungedüngtem Sandboden

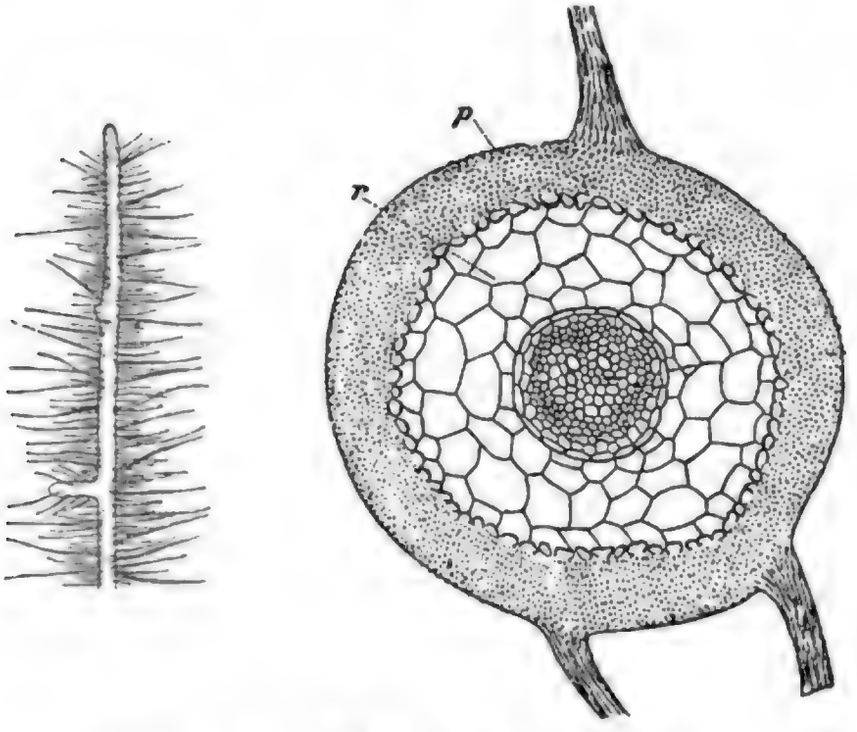


Fig. 319 und 320.
Langzottige Mycorhiza-Form der (Rothbuche Fagus sylvatica)
Aeußere Ansicht in siebenfacher Vergrößerung. Querschnitt 350fach vergrößert. r Rindenparenchym. p Pilzmantel.

zu wachsen und erhebliche Stickstoffmengen in ihrem Körper und in den Samen anzuhäufen. Schon die Römer kannten dieses Verhalten der Hülsenpflanzen und benutzten die Lupine, wie die heutigen Landwirthe, zur Düngung des Sandbodens, auf dem sie gewachsen ist; heute „impft" man bereits die Leguminosen-Felder mit künstlich gezüchteten Pilzkeimen (Nitragin). Aehnliche Pilzknollen findet man an Erlenwurzeln. Nobbe und Hiltner fanden in solchen Knollen, die in zwei Längsreihen an den Wurzeln ostasiatischer Coniferen (Podocarpus chinensis) sitzen, Pilzmycelien, deren Gewebe das Innere der Wurzeln in ihrer gesammten Länge durchwächst, eine endotrophe Mycorhiza bildet, und dadurch diese Nadelhölzer befähigt, in vollkommen stickstofffreiem Sande, dem nur die mineralischen Nährstoffe hinzugefügt waren, ebensogut, wenn nicht besser, als in fruchtbarem Humus zu gedeihen.

Was die Pilzarten anbetrifft, die sich zu den Bündnissen hergeben, so glaubte man erst, daß es nur unterirdisch fruchtende Schlauchpilze, Trüffeln seien, welche die Waldbäume im Wachsthum unterstützen und sich dafür von ihnen mit ernähren lassen. So fand Rees in den Hyphen der Hirschtrüffel (Elaphomyces cervinus) den Bundesgenossen mehrerer Nadelhölzer und Frank vermuthete in den eßbaren Trüffeln, die vorzugsweise unter Eichen, Buchen und Kastanien-Beständen vorkommen, den Tischgenossen und Miternährer der Cupuliferen. Die Bewohner der Mittelmeerländer wissen seit langer Zeit, daß ihre Terfas-Trüffeln (Terfezia-Arten) nur an Orten vorkommen, wo an der Oberfläche Hypericum guttatum, das sie daher auch „Trüffelmutter" nennen, wächst. Neuere Untersuchungen haben gezeigt, daß sehr verschiedene Pilze, nämlich Ei-, Kern-, Haut- und Bauchpilze (Oo-, Pyreno-, Hymeno- und Gasteromyceten) sich gegen geringen Entgelt als Dienerschaft der höheren Pflanzen verdingen, obwohl dazu gegenseitige Gewöhnung an einander (Anpassung) gehört und die höhere Pflanze nicht mit jeder beliebigen Pilzart in Lebensgemeinschaft (Symbiose) treten kann. Der Podocarpus-Pilz scheint zu den Peronospora-Arten (Oomyceten) zu gehören. Solche Bündnisse der Pilze mit niedern und höheren grünen Pflanzen sind gewiß sehr alt und die Flechten, welche bei ihrer Fähigkeit, blos von Luft und Wasser auf der dürrsten Unterlage zu gedeihen, noch heute zu den Pionieren der Pflanzenwelt gehören, die das vulkanische oder verwitternde Gestein zuerst beziehen und den Boden durch ihre Verwesung für das Gedeihen höherer Pflanzen geeignet machen, übten gewiß bereits in frühester Vorzeit diese ersprießliche Thätigkeit.

Fig. 321. Riellia helicophylla (Algier). Natürl. Größe.

Unter den echten Landpflanzen reicht die Familie der Lebermoose in ihren niedersten Formen so nahe an die Laubalgen mittlerer Organisationshöhe heran, daß man ein Recht hätte, sie ihnen unmittelbar anzureihen, zumal sie, obwohl sie meist auf dem Lande leben, ihre Hauptlebensfunktionen in der feuchten Jahreszeit verrichten und ein amphibisches Dasein führen. In den Seen der Mittelmeerländer leben Arten einer kleinen eigenthümlichen Lebermoosgattung (Riellia Fig. 321), die ihren gesammten Lebenskreis unter dem Wasserspiegel am flachen Ufer vollenden. Eine Rippe des Stengels bildet einen wendeltreppenartig gewundenen Flügel vom schönsten Grün, welcher kleine Stengelblättchen durchschimmern läßt. Man kennt ähnliche fossile Gebilde (Spirophyton aus dem untern Devon) und auch ähnlich geformte lebende Algen (Volubilaria, Thalassiophyllum), denen aber die kleinen Moosblätter fehlen. Zu der Gattung Riccia gehören einige Arten, die auf der Wasseroberfläche schwimmend, lustig weitervegetiren, aber nur auf dem Lande, wo sie kleine zierliche Rosetten bilden,

zur Fruchtreife gelangen. Bei den in Deutſchland nicht ſelten auf feuchtem Lehmboden vorkommenden Gattungen Anthoceros und Pellia wächſt die Spore unmittelbar und ohne Vorausgehen eines ſogenannten Vorkeims zum algenartigen Thallus aus, bei dem ſich noch keinerlei Gliederung von Blatt und Achſe vollzogen hat, und der zuweilen, gablig ſich verzweigend, eine winzige Roſette am feuchten Boden darſtellt. In kleinen, regellos ſtehenden Vertiefungen dieſes Thallus erzeugen ſich männliche und weibliche Zellen, von denen die erſteren, wenn Regen oder Thau die ganze Pflanze unter Waſſer ſetzen, ausſchwärmen und die letzteren befruchten, in ganz analoger Weiſe, wie wir es bei den Brauntangen geſehen haben. Nach der Befruchtung wächſt ein Stiel empor, der in einer gewöhnlich vierklappigen Kapſel neue Keimzellen (Sporen) erzeugt.

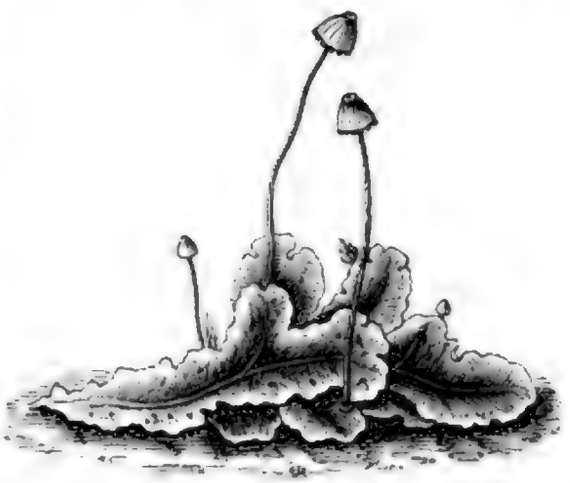


Fig. 322.
Fegatella conica, ein deutſches Lebermoos.

Bei etwas höher ſtehenden Lebermooſen iſt dieſer bandartige, an Algen erinnernde Thallus der niederſten Formen nur noch ein embryonales Durchgangsgebilde der Entwicklung, welches man Vorkeim (Prothallium oder Protonema) nennt, wenn man will, eine Art Larvenform, aus der dann unmittelbar das in der Tracht ebenfalls noch ſehr an Algen erinnernde eigentliche Lebermoos hervorgeht. Wer öfters durch feuchte und ſchattige Gebirgsſpalten gewandert iſt, z. B. durch das Annathal bei Eiſenach, der wird die waſſerüberrieſelten Felſen hier und da mit gablig ſich verzweigenden ſmaragdgrünen, plattangedrückten, bis zollbreiten Bändern und Lappen, ähnlich Fig. 322 bedeckt geſehen haben, die ſich durch feine Wurzelhaare der Unterſeite auf dem Geſtein feſtklammern. Allein hier kann weder von echten Wurzeln, noch von wirklichen Blättern und Stämmchen die Rede ſein, das ganze Gebilde entſpricht dem, was man bei den Algen als Laub (Thallus) bezeichnet. Jedoch erheben ſich hier die weiblichen Organe auf beſondern Trägern, und bei dem verwandten Brunnen-Lebermoos (Marchantia polymorpha Fig. 64), welches man häufig an den Rändern alter Springbrunnenbecken ſieht, bilden männliche und weibliche Organe niedliche ſchirmförmige Blüthenquirle.

Aber in dieſer formenreichen Abtheilung, die eine nähere Betrachtung verdiente, da aus ihrem Schooße allem Anſcheine nach die ſämmtlichen höheren Kryptogamenklaſſen abzuleiten ſind, machen ſich vielfache Anläufe zu einer höheren Ausgeſtaltung des Laubes bemerkbar. Der Thallus erhebt ſich von dem Boden und bildet freie Blätter und Wedel nach, wie

wir an den beiden folgend abgebildeten Lebermoosen (Fig. 323 und 324) aus Neuseeland sehen, woselbst ein feuchtes Klima die Moosvegetation be-

Fig. 323.
Symphogyne hymenophyllum.

Fig. 324.
Symphogyne flabellata.

sonders begünstigt. Bei ihnen sitzt die Hülle des weiblichen Organes unmittelbar auf dem bereits lebhaft an gablige Farnwedel erinnernden Laube, und aus ihr ist der Stiel der vierklappigen Sporenkapsel emporgewachsen. Aber auch noch höher ausgebildete Formen, bei denen sich das Laub bereits deutlich in Stengel und Blätter zu gliedern beginnt, treffen wir unter den Lebermoosen häufig genug an, und man darf nur in feuchten Wäldern die Rinde der Bäume genauer untersuchen, um die zarten grünen Stämmchen der Jungermannien zu finden, die zweizeilig dicht mit kleinen Blättern besetzt sind, wie wir es in einem bei weiten vergrößerten Maßstabe bei der Plagiochila gigantea aus Neuseeland (Fig. 325) sehen. Auch hier bleibt aber die ganze Ausbreitung des Laubes flächen- oder wedelartig, und selbst da, wo an der Unterseite noch eine dritte Reihe kleinerer Blätter auftritt, wird dieser Habitus nicht verändert. Bei

Fig. 325.
Plagiochila gigantea (verkleinert).

den viel höher stehenden Selaginellen, welche den prachtvollen „Moosrasen" unserer Wintergärten bilden, kehrt dieser Habitus wieder.

Eine etwas höhere, entweder aus den Lebermoosen hervorgegangene, oder ihnen parallel entwickelte Gruppe bilden die Laubmoose, deren Vorkeim (Fig. 326 B) täuschend die Gestalt gewisser Fadenalgen (Conferven) nachbildet, mitunter auch (z. B. bei den Torfmoosen) sich zu einem flächenartigen Vorkeim wie bei den Lebermoosen ausbreitet. In diesem „Algenzustand", der mit seinen grünen Fäden zuweilen zollbreite Flächen überspinnt, kann ein Moospflänzchen unter besondern Umständen ziemlich lange verharren. In den meisten Fällen jedoch bildet sich an diesem sogenannten Vorkeim alsbald ein Seitensproß (k), aus dem das eigentliche Laubmoosstämmchen, mit deutlich gesonderten, wenn auch noch sehr einfach gebildeten

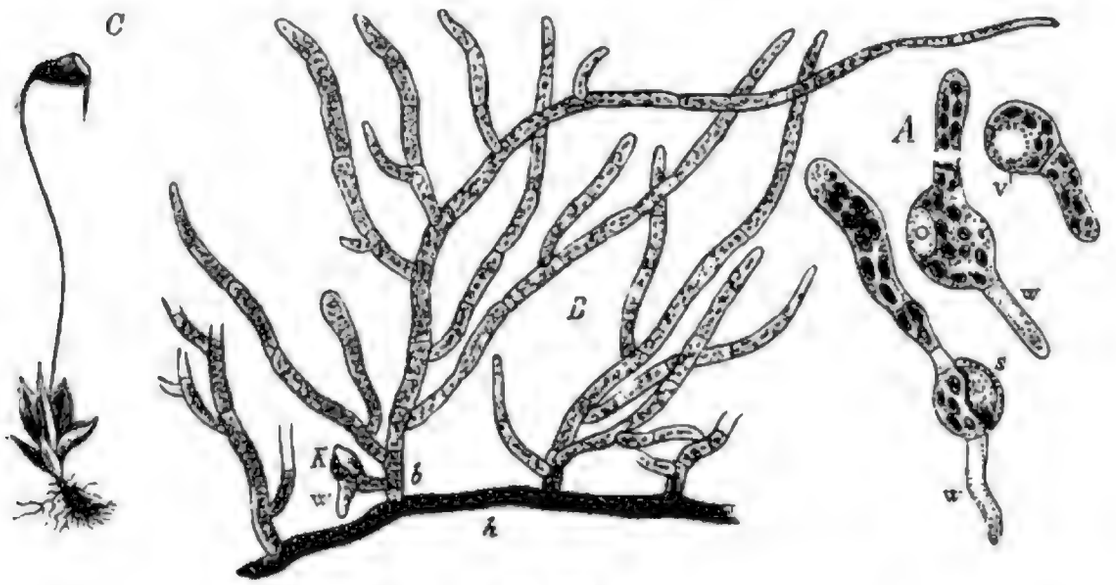


Fig. 326.
Keimende Sporen (A), algenartiger Vorkeim (B) und die erwachsene Pflanze (C) mit Sporenkapsel von Funaria hygrometrica. Bei K die Anlage des beblätterten Moosstengels. A 650mal, B 90mal vergrößert. s Spore, v Luftblase, w Haarwurzelzelle.

kleinen Blättern hervorgeht. Nach den Stellungsverhältnissen dieser Blätter können wir auch hier zwei Formen unterscheiden. Entweder nämlich tauchen fiederartig Blatt auf Blatt in zwei Reihen an einer langgestreckten Mittelaxe hervor, so daß die ganze Belaubung flach gedrückt erscheint, oder die Blätter vertheilen sich ringsum in dichter Spirallinie um einen frei aufsteigenden Stamm. Auf diesen beblätterten Stämmchen erscheinen dann getrennte Blüthen von einfacher Bildung, aber es entsteht nach vollendeter Befruchtung wiederum kein Samen, sondern die junge Pflanze wächst sogleich auf der Mutter in Gestalt einer zierlichen Urne oder Büchse aus, welche oft von einem dünnen Stiele getragen wird. In diesen oft lebhaft braun gefärbten Moosbüchschen (Fig. 326 C), die im Frühjahr bei manchen Arten in dichten Massen, wie ein Speerwald, über die Moospolster auf-

ragen, ſcheiden ſich durch ungeſchlechtliche Abſproſſung zahlreiche Knospenzellen (Sporen) ab, welche ausgeſäet von Neuem den unmittelbar in die Geſchlechtspflanze übergehenden, algenartigen Vorkeim erzeugen.

Man theilt die Laubmooſe ein: 1. in Spaltfrüchtler (Schizocarpae), deren Kapſeln ſich, wie bei vielen Lebermooſen (vergl. Fig. 323 und 324) in vier Klappen öffnen, 2. in Schließfrüchtler (Cleistocarpae), deren Kapſeln ſich nicht freiwillig, ſondern erſt durch Verweſung öffnen und die Sporen freigeben, 3. Torfmooſe (Sphagnaceae), bei denen ſich die Kapſel mit einem Deckel öffnet, aber ohne Mundbeſatz iſt und 4. in deckelfrüchtige Mooſe mit Mundbeſatz (Peristom) aus 4, 8, 16, 32 oder 64 zierlichen Zähnchen, die manchmal in doppeltem Kreiſe ſtehen (Stegocarpae Fig. 326 und 327). Zu den letzteren gehören die meiſten und vollkommenſten Mooſe, gegen 3000 Arten. Nicht ganz mit dem Fortſchritte der äußern Gliederung auf gleicher Höhe zeigt ſich die Arbeitstheilung unter den einzelnen Zellen durchgeführt. Zwar ſcheiden ſich bereits deutlich die mehr rundlichen Innenzellen von den plattgedrückten Oberhautzellen, welche Spaltöffnungen zwiſchen ſich laſſen, um den Gasaustauſch zu erleichtern, aber die langgeſtreckten Gefäßzellen, welche in Stamm und Blättern der höheren Pflanzen die Nerven und Gefäßbündel zuſammenſetzen und die Richtungslinien des Wachsthums bezeichnen, finden ſich erſt andeutungsweiſe bei den Torfmooſen, die nach dieſer Richtung die höchſtentwickelten Mooſe darſtellen.

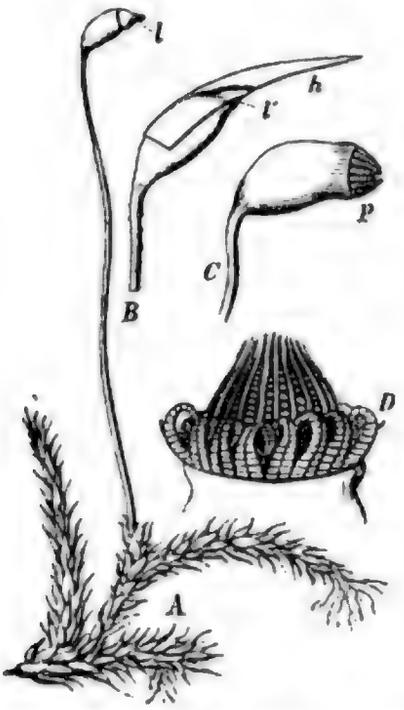


Fig. 327.
A Hypnum populeum. B und C Kapſel mit Haube h und Deckel l. C ohne dieſe, ſo daß das Peritſtom p ſichtbar iſt. D Peritſtom von Fontinalis antipyretica.

Von allen dieſen grünbeblätterten Erſtlingen des feſten Landes hat das Archiv der Natur nur wenig erkennbare Reſte hinterlaſſen; ſo zahlreich ihre zierliche Nachkommenſchaft iſt, ſie kann uns nur allgemeine Andeutungen über die Beſchaffenheit jener Algenkinder geben, die es zuerſt erreicht haben, in der freien Luft zu leben. Wahrſcheinlich geht ihr erſtes Auftreten weit über die Silurzeit zurück, aber erſt in der Steinkohle hat man erkennbare Spuren dieſer vergänglichen Weſen (ſog. Museites) gefunden. Sie werden zuerſt ſaftige Mooswieſen und auf Moorgrunde ruhende Miniaturwälder gebildet haben, denn die Mooſe ſind, gerade wie die Pilze, Luftalgen und Flechten, ſelbſt heute noch mehr vegetabiliſche Amphibien als vollkommne Luftweſen. Ihre Eigenheit, nur ſo lange luſtig zu leben, als ſie Feuchtigkeit im Ueberfluſſe beſitzen, in der trockenen Jahres-

zeit aber mehr oder weniger in den Ruheſtand überzugehen, zeugt noch immer für ihre Abſtammung von Waſſerpflanzen, kennzeichnet ſie als Kinder des feuchten Elementes, die ſich nothdürftig dem Luftleben angepaßt haben.

Von dieſen älteſten Landpflanzen, deren Spur die Zeit vertilgt hat, weil ihr Leib wenig holzartige Theile beſaß, gingen in der Folge verſchiedene Nachkommen-Strahlungen aus, deren Fußtapfen man nebeneinander verfolgen kann, obwohl man ihre Angehörigen gewöhnlich wegen der ungefähr gleichmäßigen Ausbildungsſtufe zu der Abtheilung der farnartigen Pflanzen zuſammenfaßt. Es gehören hierher nämlich neben den Farnen im engeren Sinne, Wurzelfarne, Schafthalme und Bärlapp-Pflanzen oder Lycopodiaceen, vier in ihrer phyſiognomiſchen Ausprägung höchſt verſchiedenartige Pflanzengruppen. Am deutlichſten läßt ſich unter den Ueberlebenden der Anſchluß der echten Farne an moosartige Vorfahren erkennen. So verſchieden auch die prächtige Erſcheinung majeſtätiſch auf hohem Stamme ſich wiegender, einer kunſtvollen Spitzenarbeit gleichender Rieſenwedel eines Farnbaumes, von dem winzigen Lebermooſe ſein mag, welches an ſeinem Fuße hinkriecht, ſo bezeugen doch zahlreiche Uebergangsformen die nahe Verwandtſchaft. Es gilt dies namentlich von den zarten Hautfarnen (Hymenophyllaceen), deren Wedel gegen das Licht gehalten, ein einſchichtiges, tüllartig erſcheinendes Zellgewebe zeigen und an ihren Endverzweigungen Sporenurnen tragen, faſt wie die echten Mooſe, auch von den einfachſten, lappig lebermoosartigen Formen zu den zierlichſt ausgezackten fortſchreiten (Fig. 328).

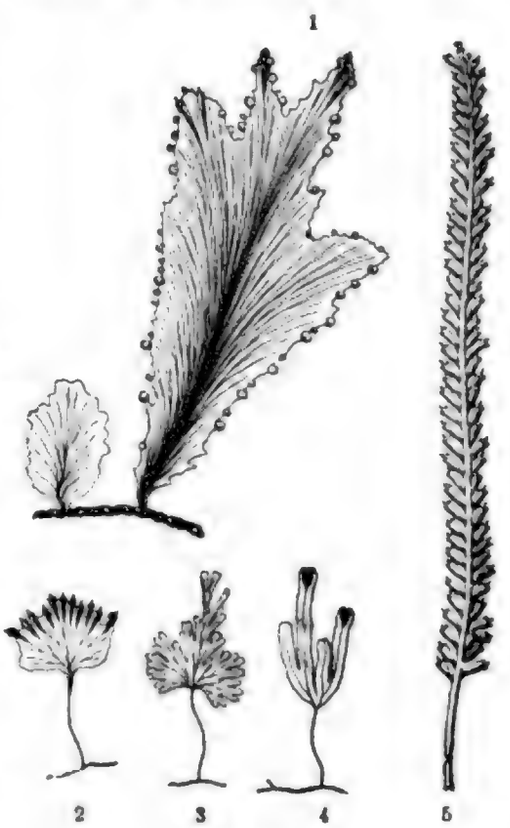


Fig. 328.
Verſchiedene kleinere Hautfarne in natürlicher Größe. 1 Didymoglossum membranaceum. 2, 3 Trichomanes cuspidatum und parvulum. 4 Didymoglossum digitatum. 5 Oberer Theil des Sporenträgers von Feea spicata.

Bei einigen Arten von Hautfarnen, z. B. bei Feea, beſteht der geſammte ſporentragende Wedel (Fig. 328$_5$) nur noch aus einem ährenförmigen Träger von „Mooſurnen", der deutlichſte Beweis, daß der Farnwedel kein Blattorgan, ſondern ein verzweigtes Stammorgan darſtellt. Dieſe „Urnen" gehen dann innerhalb der kleinen Familie unmerklich in die Sporenhäufchen über, welche hier am Rande, bei den höhern Farnen meiſt auf der geſchützteren Unterſeite der Wedel erſcheinen und den „unſichtbaren Samen" bergen, der ſeinerſeits unſichtbar machen, und nur in der Johannisnacht zu finden ſein

ſollte. Auch die geſammte Entwicklungsweiſe der Hautfarne deutet auf Moosabſtammung hin. Wie wir bei den Thieren die Ahnenbilder in den Larvenformen wiederkehren ſahen, ſo gleicht der Vorkeim der Trichomanes-Arten ganz demjenigen der Laubmooſe, namentlich dem unſeres Torfmooſes (Sphagnum); bei den etwas höherſtehenden Hymenophyllum-Arten hingegen geht aus einem confervenartigen Faden, den man als Algenſtadium bezeichnen könnte, ein lebermoosartiger Lappen (Moosſtadium) hervor. Dieſer blattartige Vorkeim (Prothallium), wie er nun bei den eigentlichen Farnen meiſt wiederkehrt, zeigt bei den Hautfarnen noch eine ſtarke Aehnlichkeit mit einem Lebermooſe, z. B. darin, daß er auf ſeiner Oberfläche, ganz wie viele Lebermooſe, neben den in der Fläche eingeſenkten männlichen und weiblichen Generationszellen ungeſchlechtliche Brutzellen erzeugt. Da die Hautfarne unſtreitig die einfachſt gebaueten Farne ſind, die ſich am unmittelbarſten den Mooſen anſchließen, ſo iſt es von Intereſſe, daß einer der älteſten, im foſſilen Zuſtande gefundenen Farne, die deboniſche Gattung Archaeopteris (Palaeopteris) hibernica mit ziemlicher Sicherheit als zu dieſer Gruppe gehörig erkannt worden iſt. Aus der Steinkohlenzeit kennt man eine größere Anzahl muthmaßlicher Hautfarne, z. B. Sphenopteris trichomanoides und S. Humboldtii, Hymenophyllum Weissii u. A.

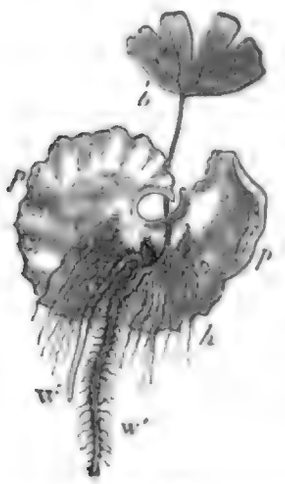


Fig. 329.
Vorkeim des Venushaar-Farns (p p) mit der nach der Befruchtung aus demſelben erwachſenen jungen Pflanze (b), dreißigmal vergrößert. w h Farnwurzel und Wurzelhaare (nach J. Sachs).

Der Vorkeim der höheren Farne, welcher auch bei den reichverzweigteſten und ausgebildetſten Formen dieſelbe lappige Form und Neigung zur gabligen Theilung zeigt (Fig. 329), entſpricht alſo dem geſammten Lebermoosleben mit Ausnahme der Bildung des Sporenbehälters und ſeines Trägers, und kann, wie z. B. bei dem Königsfarn (Osmunda regalis), durch Sproſſungen lange fortvegetirende, krauſe Raſen bilden, wie manche Amphibienlarven, die, im tiefen Waſſer gehalten, in ihrer Weiterentwicklung aufgehalten werden. Und wie es nun bei manchen Lebermooſen der Fall iſt, ſo erzeugen ſich die männlichen und weiblichen Zellen in Gruben dieſes lappigen Körpers ſelbſt, und zwar auf der Unterſeite deſſelben. Da nun dieſes ganze Gebilde dicht an der Erdoberfläche bleibt, ſo können auch hier die beweglichen und fadenförmigen männlichen Zellen ihr Ziel, das Archegonium, ſchwimmend erreichen, und nun erſt wächſt aus der befruchteten weiblichen Zelle die junge Farnpflanze empor, ſei es zum ein- oder mehrjährigen Kraute, oder zu einem vielleicht vierzig Fuß hohen, herrlichen Baume mit vieljähriger Lebensdauer.

Man ſieht, wie hier die Pflanze gleich ſo vielen Thieren aus einem amphibiſchen Larvenzuſtande zu einem echten Luftorganismus ſich umbildet,

und dieser Vorgang vollendete sich lange vor der Steinkohlenzeit. Schon damals zeigten die in zahlreichen Abdrücken erhaltenen Wedel (Fig. 69 und 70) dieselbe Zierlichkeit, durch welche sie noch heute den beschaulichen Naturfreund entzücken. Wie heute Moose und Gräser, schlossen sie sich gesellig wachsend zu üppigen Wiesen zusammen, auch zuweilen noch jetzt in dem feuchten Klima einiger Südseeinseln und von stolzen Stämmen getragen, breiteten viele andere ihre mächtigen Wedelsträuße wie leichte Sonnen-

Fig. 330.
Blechnum brasiliense, ein niedriger Baumfarn.

schirme und grüne Zeltdächer aus und zeigten den Thieren, welche unter ihnen Siesta hielten, den Himmel durch die schönsten Spitzen-Vorhänge, welche die Natur jemals gewebt und gestickt hat (Fig. 330). Diese künstlerisch vollendetste, poesievollste Erscheinung der gesammten Pflanzenwelt ist mithin eine der ältesten Schöpfungen des gedämpften Sonnenlichtes, und wir müßten an allem Fortschritt in der Morphologie der Pflanzen verzweifeln, wenn wir glauben sollten, diese scheinbaren „Blätter", deren Schönheit die Natur in späteren Zeiten nicht übertroffen hat, dürften einen solchen Vorrang ohne alles Bedenken beanspruchen. Allein die Natur ist hier sehr geheimnißvoll und was uns als wunderbar ausgezackte Blattform erscheint, ist nichts anderes als ein reich verzweigtes Astwerk, welches von einem dünnen, grünen, Nahrung bereitenden Zellgewebe umsäumt wird. Die jungen Wedel und in einzelnen Fällen auch noch die älteren sind dicht mit

bräunlichen Schuppenblättern bedeckt, faſt wie Laubmoos- oder Bärlapp-Stengel und ſehen dann in ihrer ſpiraligen Einrollung aus wie blonde Locken, die ſich zu Biſchofsſtäben verlängern, ehe ſie ſich zu flachen Wedeln ausbreiten.

Nur bei ſehr wenigen Farnarten, z. B. an den Kletterſtämmen der Pachypleura-Arten bleiben dieſe eigentlichen und echten Blätter derſelben erhalten, meiſtens wurden ſie zu ſaftloſen Schuppen zurückgebildet, und verlieren ſich an den oberirdiſchen Stengeltheilen ganz, weil die Aeſte mit ihren flügelartigen Fortſätzen ihre ernährende Thätigkeit übernehmen, wenn ſie ihren Wunderbau entfaltet haben. Ehemals und bis zur Steinkohlenzeit waren dieſe eigentlichen Blätter der Farne noch viel weniger zurückgebildet als heute. Man findet aus jener Zeit häufig blattartig geſchlitzte Gebilde, ſogenannte Aphlebien, die man ſich anfangs gar nicht zu deuten wußte, bis man ſie auch auf den Stengeln einzelner Farnwedel in ziemlich regelmäßiger Anordnung antraf (Fig. 331). Hier iſt die Deutung der Aphlebien als echter Blätter der Farnwedel ohne Weiteres klar. Auch einige heute lebende Farne, namentlich Gleicheniaceen entwickeln noch ſolche Blätter an ihren Wedeln. Die Farnwedel gleichen und entſprechen daher auch in ihrer Veräſtelung genau den gegabelten oder fiedertheilig verzweigten Aeſten vieler Selaginellen und Lycopodium-Arten und ſie hinterließen auch bei älteren Farnen z. B. bei Sphenopteris Bäumleri (Fig. 332) zuweilen auf den Stielen ähnliche ſchraubenförmige, von abgefallenen Blättern herrührende Felderungen, wie die entblätterten Aeſte der Schuppenbäume (Lepidophyten) ſie zeigen. Während echte Blätter am Grunde weiterwachſen, wachſen die Farnwedel wie jeder echte Aſt an der Spitze, die ſich, bis der Umriß vollendet iſt, unaufhörlich gabelt, worauf ſich dieſe Zweitheilung an jedem Abſchnitte wiederholt. Je nachdem die beiden jüngſten Spitzen gleichmäßig fortwachſen, oder abwechſelnd die rechte

Fig. 331.
1 Verkleinertes Wedelſtück von Sphenopteris crenata mit Aphlebien. 2 Eine der letzteren in natürl. Größe. 3 Eine Aphlebie aus der Kohle von Zwickau.

oder linke Aſtſpitze die Führung nimmt und ihre Nachbarin zur Seite drängt, entſteht nach dem einfachſten Bildungsgeſetze von der Welt, dieſer Reichthum gabelig (dichotomiſch) oder fiederartig ausgezackter Wedel, deren Schönheit ſelbſt das verwöhnteſte Auge entzückt. Allein wohlgemerkt, nur als Stengelbildung gedacht, kann dieſer Proceß ein einfacher genannt werden, und dann ſteht er ganz im Einklang mit dem Wachsthum der gleichſtufigen Schafthalme und Schuppenbäume, bei denen die Aſtbildung ſchon die höchſte Vollendung erreicht, während die Blätter auf niederſter Stufe verharren. Wie wir früher von einer einfachen Zelle gehört haben, welche eine höhere Pflanze mit Wurzeln, Stamm und Blättern nachahmt, ſo ſehen wir hier ver-

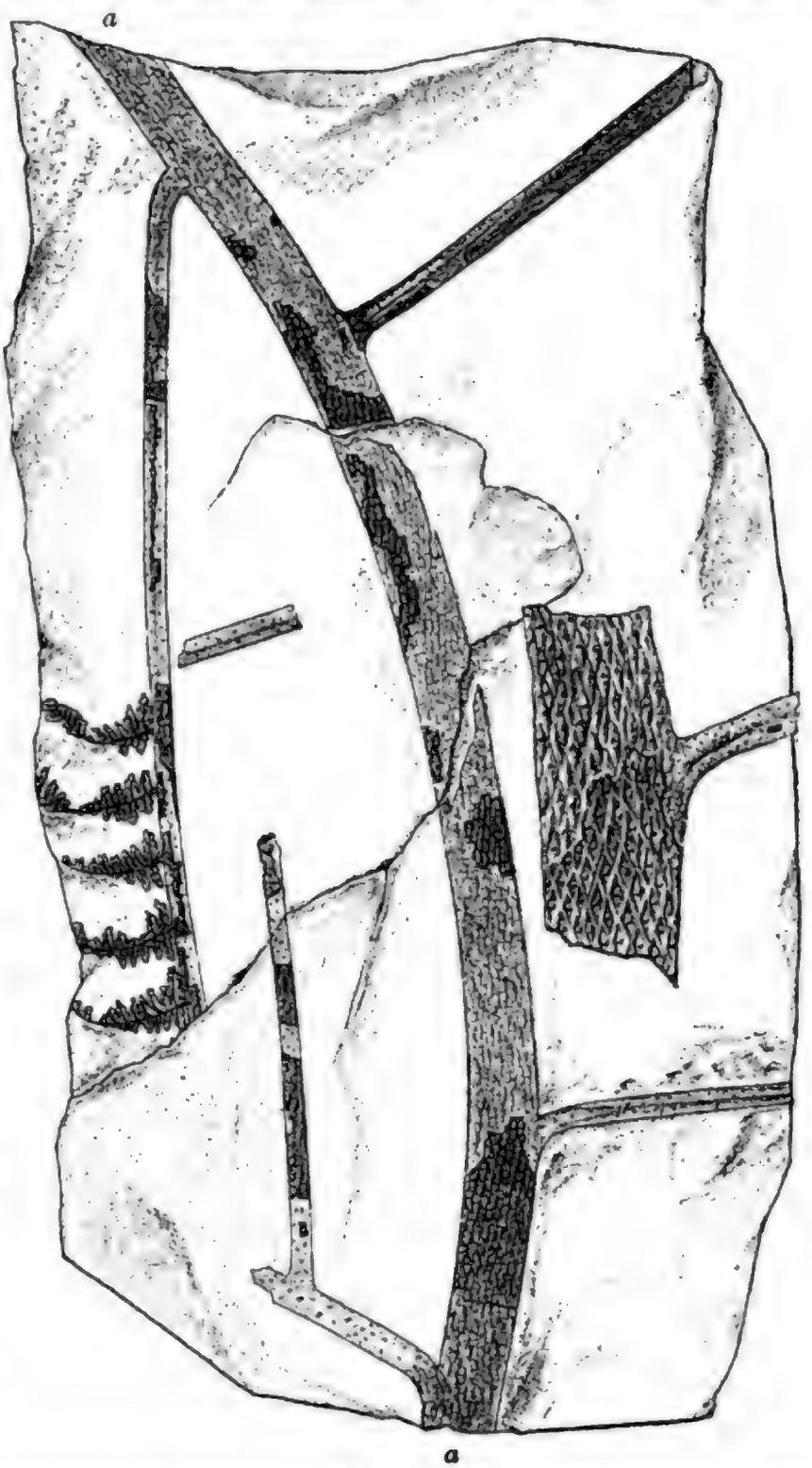


Fig. 332.
Sphenopteris Bäumleri (1/2); (daneben ein Stückchen der Hauptachſe (a a) unverkleinert) mit 4 Wedeln reſp. Fiedern erſter Ordnung. Aus der Steinkohlengrube von Mittel-Laſiſk (Ober-Schleſien). Nach Potonié.

zweigte Aeste, wunderbar ausgebildete Scheinblätter, darstellen, eine der täuschendsten Anticipationen der Natur. Indessen, um den Leser nicht irrezuführen, muß ich hinzufügen, daß ich mit dieser Ansicht so ziemlich alleinstehe, daß fast alle Botaniker unserer Zeit die Farnwedel als echte Blätter betrachten, trotz der bis ins Kleinste gehenden Analogie, die sie mit den reichbeblätterten und verästelten Zweigen der flachlaubigen Selaginellen bieten, trotz ihres Sporentragens und der ganzen Ungeheuerlichkeit der Ansicht, daß eine der niedrigstehendsten Pflanzengruppen die am vollkommensten ausgestalteten Blätter, welche es giebt, besitzen sollte. Noch unter den höhern Pflanzen kommt es unzählige Male vor, daß Stengeltheile, Form und Arbeit der Blätter übernehmen, während die eigentlichen Blätter zu Grunde gehen. Man nennt sie dann Scheinblätter (Phyllodien). Solche blattartige Stengel, deren eigentliche Blätter früh zu Grunde gehen, sind die Farnwedel, und wer irgendwie Sinn für vergleichende Naturbetrachtung besitzt, kann diese Auffassung, gegen welche sich auch nicht ein einziger stichhaltiger Grund anführen läßt, nicht befremdend finden. Uebrigens ist das ganze Verhalten nur ein Seitenstück zu den Proteusbildungen der höheren Algen und einiger Lebermoose, bei denen genau entsprechende Wedelbildungen entstehen, ohne daß es einem Botaniker einfallen würde, dabei an wirkliche Blätter zu denken.

Abgesehen von den später hinzugefügten Beispielen befand sich der vorstehende Absatz bereits in der ersten Auflage dieses Buches, aber die darin ausgesprochenen, aus dem Studium von Vorkeimen und Primordial-Wedeln, wie aus entwicklungsgeschichtlichen Grundsätzen überhaupt geschöpfte Auffassung hat weit über ein Vierteljahrhundert warten müssen, ehe ihr irgend eine Berechtigung zuerkannt wurde. Mündlich Alexander Braun, Schleiden und Mettenius vorgetragen, wurde sie von ihnen ausdrücklich als unhaltbar bezeichnet. Seit mehreren Jahren hat sich indessen Potonié von dem Studium der fossilen Pflanzenreste ausgehend, zu im Wesentlichen verwandten Schlußfolgerungen gedrängt gesehen, daß nämlich der Farnwedel, obwohl er physiologisch die Rolle eines Blattes vertritt, doch eine ganz besondere Stufe in der Achsen- und Blattgliederung der Pflanzen darstellt. Bei den niedern Pflanzen, die vom Wasser getragen werden, oder platt auf dem Erdboden sich ausbreiten, wie Algen und Lebermoosen, ist eine eigentliche Gliederung des Laubes (Thallus) in tragende Theile (Stamm, Stengel, Aeste) und ernährende Organe (Blätter und Wurzeln) meist noch gar nicht eingetreten, weil sie entbehrlich war. Wir finden daher bei ihnen besonders häufig ein Fortsprossen des Laubes mit einfachen, wiederholten Gablungen an den Wachsthumsspitzen, um dadurch die Oberfläche für die Luftaufnahme zu vergrößern und sich der Unterlage besser anzupassen. Diese immer wiederholte Gablung (Dichotomie) des Laubes fand in derselben Fläche statt, wie wir es bei Fig. 115 und Fig. 322 sehen.

Erſt das Erdleben verlangte die Ausbildung beſonderer Wurzelorgane, welche Nahrung und Feuchtigkeit aus dem Boden ſaugen und die von tragenden Theilen, welche das zu Blättern zertheilte Laub ins Licht hoben und ihm eine vielſeitigere Beſtrahlungsmöglichkeit verſchafften, als wenn ſie weiter am Boden hingekrochen wären. Auch bei den Farnkräutern der älteſten Zeiten war eine vorwiegend gablige (dichotome) Ausbreitung des Laubes von einem viel häufigeren, ererbten Vorkommen als heute, wo wir es nur noch in ihren jüngſten Zuſtänden (die eben auf die älteſten zurückdeuten) und bei einigen wenigen rankenden Farnen erhalten finden, die am Boden kriechend oder an Baumſtämmen und Felſen kletternd, die Lebensverhältniſſe der Urzeit bewahrt haben. Die Urſache, welche alle frei aufſtrebenden Formen mit dichotomiſchem Wachsthum dem Untergang weihete, war das Hebelgeſetz, die übermäßige Belaſtung der Aeſte durch ein ſolches ſparriges Wipfelwachsthum. Günſtiger waren die Arten geſtellt, bei denen die durch fortgeſetzte Gablung der Wachsthumsſpitze entſtehenden Verzweigungen einander abwechſelnd rechts und links zur Seite drängen und überwipfeln, ſo daß eine Scheinaxe mit Seitenäſten oder Seitenfiedern, ein ſogenanntes Sympodium erſteht, die abwechſelnd aus dem rechten und linken Gabelzweig zuſammengeſetzt wird. Solche Ueberwipfelungen des dichotomen Laubes finden wir ſchon bei Algen, (Fig. 121) und ſie liefern den gewöhnlichen federartigen Typus des Farnwedels, das Pteridium (Fig. 333). Streckt die Mittelaxe ſich nachträglich grade, ſo verliert ſich der Anſchein dichotomer Gliederung zuletzt ganz.

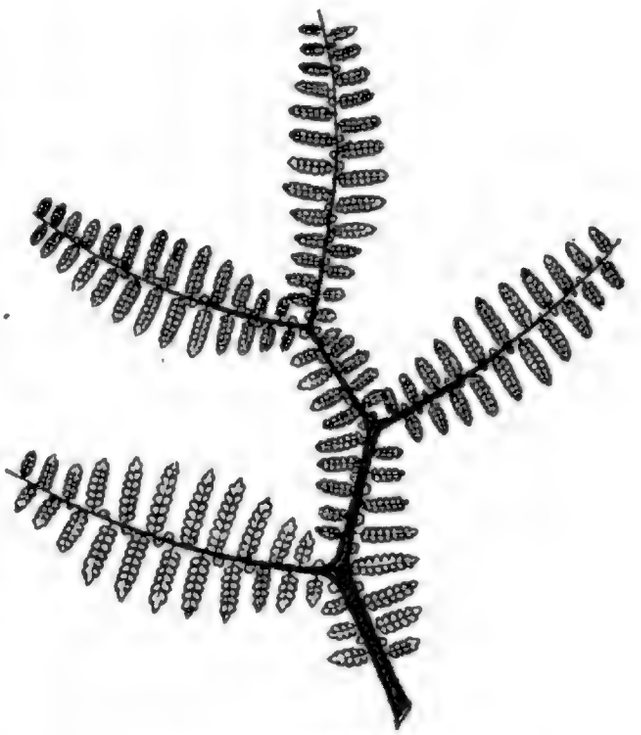


Fig. 333.
Pteridium-Aufbau nach Potonié.

Bei vielen Farnen beſchränkt ſich der Aufbau auf die Bildung eines einzigen Wedels und auch dann iſt ein Vortheil der fiedrigen Zertheilung gegen den gleichmäßig dichotomen Aufbau erkennbar, ſofern gegenüber dem Umriß eines breiten Kreisausſchnittes, hierbei ein zuſammengezogener, ovaler oder dreieckiger Umriß entſteht, deſſen breiteſte Ausdehnung nicht gegen den Gipfel (bei dichotomer Ausſtrahlung), ſondern an der Baſis des Wedels lag. In der Vorzeit dehnte ſich die zweiſeitige Ausbreitung der Zweige

(Wedel) zuweilen auch auf die Stammbildung aus, z. B. bei der Steinkohlen-Gattung Megaphyton, deren Stämme ſtatt der ſonſt in Spiralen rings um den Stamm laufenden Wedelnarben (wie in Fig. 344) nur zwei einander gegenüberſtehende ſenkrechte Narbenreihen zeigen. Auch höhere Pflanzen bauen ſich zuweilen in ähnlicher Weiſe zweiſeitig in einer Ebene auf, ſogar baumartige, wie die Ravenala, der ſogenannte „Baum der Reiſenden"; es ſind ihrer aber nicht viele und es iſt klar, daß ein ſolcher Wuchs nicht ſehr widerſtandsfähig ſein kann. Bei ſtengel- und ſtammbildenden Pflanzen überwogen daher bald diejenigen, deren ſeitliche Verzweigungen

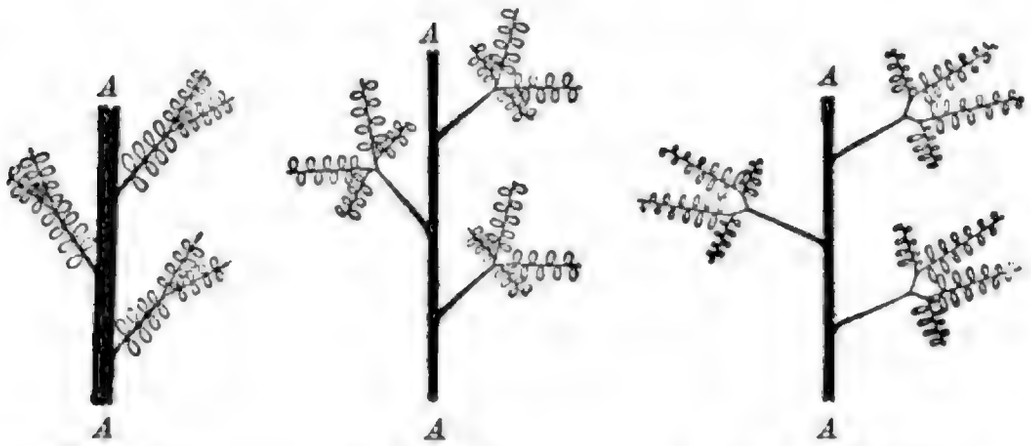


Fig. 334. Höninghauſi-Aufbau. Fig. 335. Diplotmema-Aufbau. Fig. 336. Mariopteridiſcher Aufbau.

Nach Potonié. In allen drei Figuren bezeichnet A A die Hauptachſe.

ſich in mehr als zwei Richtungen ausbreiteten, zum mindeſten nach dreien, wie bei den meiſten Einblattkeimern, oder nach vier, fünf und mehr, ſo daß ſich die Ausladungen im Kreiſe nach allen Richtungen wendeten, und daher dem Stamme ein beſſeres Gleichgewicht lieferten. Erſt dadurch bildete ſich der Gegenſatz zwiſchen tragender Achſe mit oft lange fortgeſetztem Wachsthum und ernährendem Seiten-Organ (Blatt) mit beſchränktem Wachsthum mehr und mehr heraus. Die Blätter und die aus ihren Achſeln entſpringenden Zweige vertheilten ſich in Spirallinien um den Stamm, ſo daß 3 Blätter auf einem Umgang, oder 4 und 5 auf zwei, oder 8 auf drei Umgänge zu ſtehen kommen, nach der bekannten, durch Addition der Vorderglieder entſtehenden Reihe $^1/_2$, $^1/_3$, $^2/_5$, $^3/_8$, $^5/_{13}$, $^8/_{21}$ u. ſ. w., bei welcher die Nenner die Zahl der Blätter und die Zähler diejenige der Windungen (Umgänge) angeben, auf welche ſie vertheilt ſind, falls ſie nicht abſatzweiſe in gleicher Höhe Wirtel um die Stengel bilden. Zur Ernährung dieſer Blattkreiſe und deren Aeſte bilden ſich beſondere ſaftleitende Gefäße im Stamme aus, die ſich zu Gefäßbündeln vereinigen, welche durch härtere Elemente geſchützt, ſich zu Ringen vereinigen.

Kehren wir nun zu der Wedelbildung der Farne zurück, ſo kann es nur als natürlich erſcheinen, daß bei ihrer Verzweigung, die, wie wir ſahen,

allgemein auf einer nur in der äußern Erscheinung verwischten Dichotomie beruht, in den älteren Perioden noch zahlreiche Rückfälle auf unveränderte, gleichmäßige Gablung eintraten, die sich mit der Zeit, in den jüngern Geschlechtern mehr und mehr vermindert haben. Diese für unsere entwicklungsgeschichtliche Betrachtung sehr lehrreichen Rückfälle lassen sich namentlich bei kletternden Farnen beobachten, deren dünnbleibende, rankenartigen Stämme lianengleich die stärkeren Stämme anderer Bäume des Steinkohlenwaldes erkletterten, und damals viel formenreicher und häufiger vorkamen als heute, so daß diesen sonst einförmigen Urwäldern wenigstens der Schmuck der Schlingpflanzen nicht mangelte. Wir können in der mehr zur Dichotomie neigenden Wedelverzweigung dieser Steinkohlen-Lianen eine Beziehung finden zu ihrem gegen eine Stütze gepreßten Wachsthum, welches dem der an den Boden gedrückten dichotomen Lebermoose ähnlich war und ein Verharren auf der ursprünglichen Gliederungsstufe begünstigen mußte. Potonié hat mehrere solcher gemischten Verzweigungsformen der Wedel nach den (meist ausgestorbenen) Arten, bei denen sie vorkommen, mit besonderen Namen unterschieden (Fig. 334 bis 336) und auf der nach seinen Angaben entworfenen Tafel „Pflanzenformen der Steinkohlenzeit" darstellen lassen. Man erkennt, wie das Wachsthum der Seitenfiedern zwischen reiner Gablung und Fiedergabelung hin- und herschwankt, übrigens enden auch bei den meisten Farnen unserer Zeit die letzten Verzweigungen der Fieder-Nerven mit Gablung.

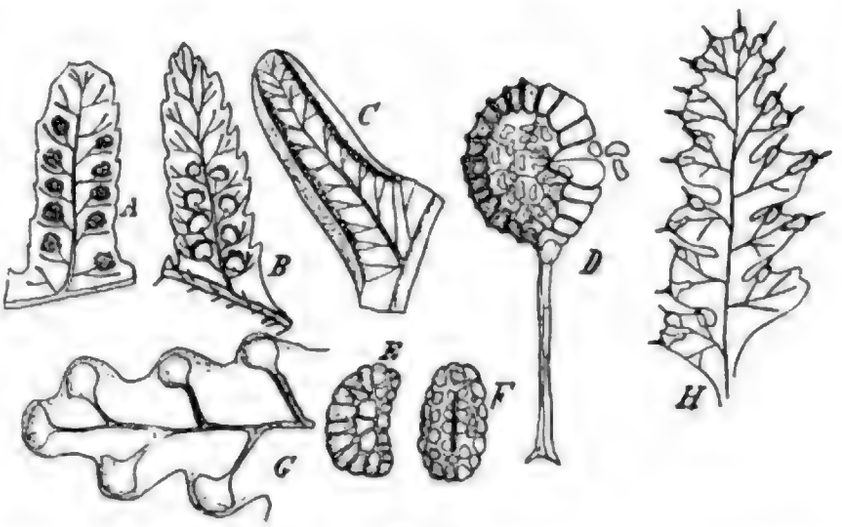


Fig. 337.

Wedelfiedern mit Fruchthaufen (Soris) von Polypodium (A), Aspidium (B), Pteris (E), Davallia (G), Ptilophyllum (H). D Sporangium mit Ring und freiwerdenden Sporen einer Polypodiacee. E F Die Sporen stärker vergrößert von der Seite und vom Scheitel.

Man theilt die Farne nach Bau und Entwicklung ihrer Sporenbehälter (Sporangien), die auf der Rückseite des Wedels, seltner am Rande, Häufchen (Sori) bildend, auf einem Fiedernerv erscheinen und mitunter von einer Hautwucherung, dem Schleier (Indusium) bedeckt werden (Fig. 337) gewöhnlich in zwei Hauptabtheilungen ein, in Eusporangiaten, bei denen die ringlosen Fruchtbehälter ihren Ursprung aus einer Gruppe von Ober-

hautzellen nehmen und eine aus mehreren Zellschichten gebildete Wandung besitzen und in Leptosporangiaten mit dünnwandigen ringtragenden Sporangien (Fig. 337 D), die aus einer einzelnen Oberhautzelle entstehen. Obwohl man nicht sicher wissen kann, welche der beiden Abtheilungen die ältere ist, da sich an den fossilen Farnen nur ausnahmsweise die Form und Bildung der Sporangien erkennen läßt, so waren jedenfalls die Farne mit ringlosen Fruchtbehältern (Eusporangiaten) zu denen die Familien der Marattiaceen und Ophioglosseen gehören, in den ältern Schichten stärker vertreten, als die Leptosporangiaten, die erst im Keuper und Rhät häufiger werden, heute aber die große Mehrzahl der ca. 4000 Arten umfassenden lebenden Farne ausmachen.

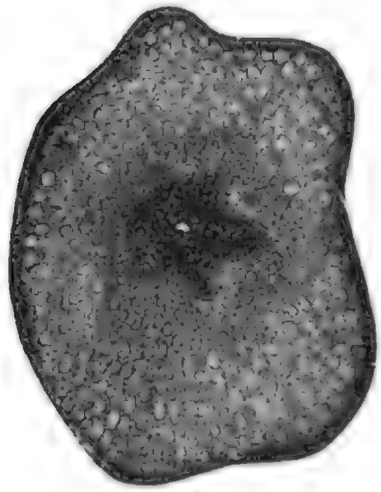


Fig. 338.
Querschnitt eines Staarsteins (Psaronius asterolithus).

Die nunmehr gänzlich auf die tropischen Gegenden zurückgedrängten Marattiaceen besaßen in der Steinkohlenzeit von den untersten Schichten (Kulm) an, bereits eine so bedeutende, viel formenreichere Entwicklung als heutzutage, daß man ihnen wahrscheinlich auch die meisten unbestimmbaren Farne, Reste der Devon- und Carbonzeiten wird zuzählen müssen. Ihr knollenförmiger, oft einen ansehnlichen Durchmesser erreichender Stamm, der im fossilen Zustande die sogenannten Staarsteine (Psaronien) Fig. 338 liefert, zeigt einen Bau, der ziemlich verschieden ist, von dem der meisten andern Farne, sofern zahlreiche, dicht am Stamme herabsteigende Luftwurzeln in der verkieselten Masse den Kern mit einer Schaar von „Augen" umgeben. Die Wedel standen häufiger zwei und vierzeilig am Stamme, als fünf- und mehrzeilig und die schon erwähnten Megaphyten mögen zu ihnen gehört haben. Die oft ungemein großen Wedel stehen wie echte Zweige in der Achsel dickfleischiger Blätter. Diese wie zierliche Spitzenarbeit durchbrochenen grünen Riesenschirme erinnern uns daran, daß in jener Zeit des üppigsten Pflanzenwachsthums große unzertheilte und ganzrandige Blätter überhaupt nicht vorkommen, und man hat den Grund dafür nicht ohne Wahrscheinlichkeit darin gesucht, daß damals die Stürme und Niederschläge, denen kleine und durchbrochene Blätter und Wedel besser widerstehen, als große unzertheilte, damals wohl überall stärker waren, als heute. Zu den Marattiaceen rechnet man die Mehrzahl der karbonischen, heute sämmtlich ausgestorbenen Farn-Gattungen und Arten; noch unter dreißig Farnarten der obertriassischen Lunzer-Schichten fand Raciborski 21 Stück, das heißt 70 Prozent Marattiaceen. Allein schon in der Jurazeit traten sie stark zurück, und heute haben sich nur noch wenige Gattungen in tropischen Ländern erhalten, von denen Marattia schon im Rhät und

Lias, Danaea-ähnliche Formen (Danaeopsis, Danaeites) im Keuper und Jura vorkommen.

Die andere eusporangiate Familie mit ringlosen Sporenbehältern, die Ophioglossaceen, bei denen die Wedel sich gewöhnlich in einen blattartigen unfruchtbaren Theil, und einen ährenförmigen oder verzweigten Sporenträger gabeln, ist von den karbonischen Schichten an in mehreren Gattungen erkannt worden, namentlich in Rhacopteris, Ophioglossites und vielleicht Chiropteris und Nöggerathia. Daneben kommen aber auch Arten mit ringtragenden Sporangium schon im untern Carbon vor, wie die schon erwähnten Hymenophyllaceen (S. 474) z. B. Hymenophyllites, Acrocarpus, Archaeopteris hibernica, welche letztere schon im Oberdevon vorkommt, aber vielleicht zu den Ophioglossaceen gehört u. A. Im Keuper und Rhät treten dann Mittelformen zwischen Cyatheaceen und Gleicheniaceen auf, von denen die letzteren (Fig. 339 und 340) dichotome Bildungen und auch die oben (S. 476) erwähnten Aphlebien bis auf unsere Zeit gerettet haben. In der Jurazeit treten die Osmundaceen und Cyatheaceen mit den verwandten Familien

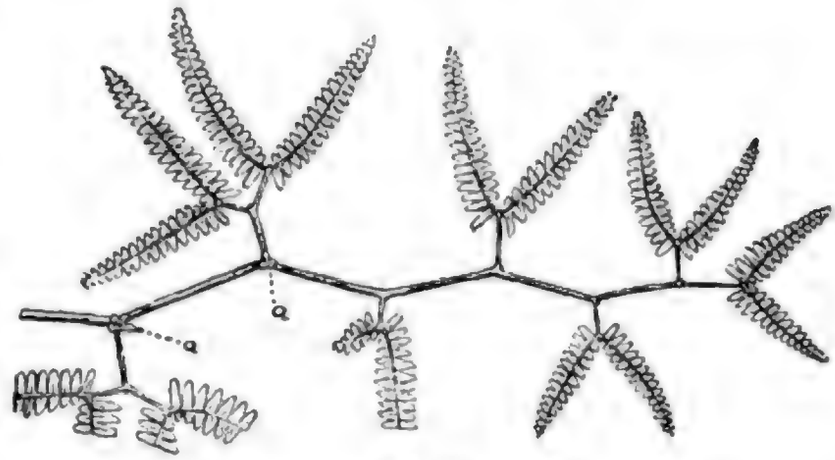


Fig. 339.
Mertensia glaucescens. 1/3 der natürl. Größe. a aphleboïde Bildungen.

Fig. 340.
Gleichenia. A Wedelstück mit Soris. B ein Sorus aus 4 Sporangien (vergrößert).

in ähnlicher Weise in den Vordergrund, wie die Marattiaceen in den Karbonschichten. Die heute formenreichste Farnfamilie, die Polypodiaceen, bei denen sich die früher vorwiegend freie Aderung häufig bis zur Netzaderung steigert, hatte damals in den Protopolypodiaceen nur spärliche Vorläufer; zur herrschenden Gruppe hat sie sich erst in der Tertiärzeit aufgeschwungen.

In der persönlichen Entwickelung der Farne fesselt uns vor Allem das offenbare Herauswachsen der Pflanze aus dem alten Zustande und die Vorbereitung eines neuen. Die Grundstufe des Wasserlebens wird nunmehr blos noch durch den unscheinbaren und vergänglichen, von den meisten Menschen gänzlich übersehenen, algen- oder lebermoos-artigen Vor-

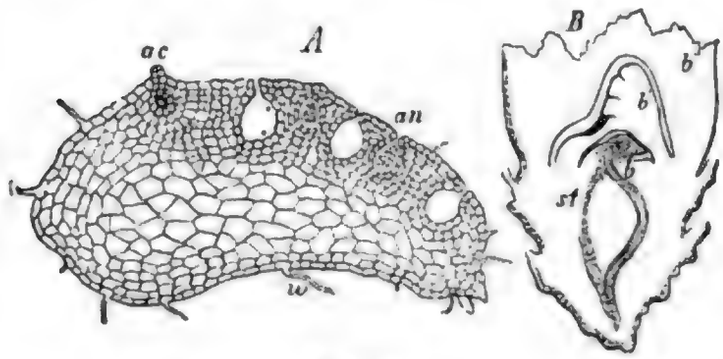


Fig. 341.

A unterirdischer Vorkeim von Botrychium im vergrößerten Längsschnitt, an männliche Zellkammern (Antheridien), in denen die spiraligen Samenfäden reifen, ac weibliche Zellkammer (Archegonium), aus welcher nach der Befruchtung die junge Pflanze hervorwächst. B der untere Theil derselben im Durchschnitt, wobei st den Stamm, b b' b'' die Blätter bezeichnen.

keim (Prothallium) vertreten, auf dem sich hier dicht am oder im Boden die Befruchtung vollziehen muß, weil die männlichen Samenfäden (Spermatozoiden) nur im Wasser die freie Beweglichkeit besitzen, die ihnen zur Erreichung der weiblichen Zelle und ihrer Hülle (des Archegoniums) nöthig ist. Diejenige Entwicklungsfolge dagegen, welche auf die im Feuchten stattfindende Befruchtung unmittelbar folgend, bei den Moosen nur den vergänglichen Sporenträger, die gestielte Urne oder den Schirm der Lebermoose erzeugte, stellt jetzt das eigentliche Gewächs dar, welches unter Umständen langlebig fortsproßt. Es hat damit eine höchst eigenthümliche und immer weiter gehende Verschiebung der Hauptvegetations-Periode begonnen. Bei den Moosen findet die eigentliche Laubentwicklung vor der Befruchtung statt, jetzt erfolgt sie nach derselben und die Befruchtung findet nicht mehr auf der herangewachsenen Pflanze, sondern schon auf ihrem Vorkeim statt, und damit wird in eigenthümlicher Weise der spätere Zustand vorbereitet, bei welchem die Vorkeim-Entwicklung dann noch früher, nämlich schon auf der Mutterpflanze stattfindet, und der Anfang gleich an das Ende

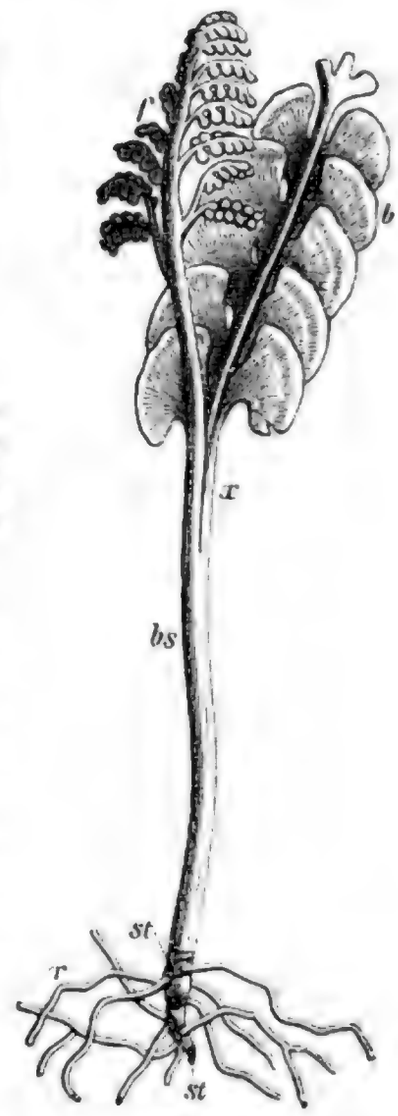


Fig. 342.

Mondraute (Botrychium Lunaria) st Stamm, r Wurzeln, bs Theilung in den fertilen (f) und sterilen (b) Wedeltheil.

der Sproßentwicklung geknüpft wird. Diese Verschiebung, die eine Folge der Verwandlung des Wasserwesens in ein Luftgewächs ist, geht aber stufenweise vor sich. Bei den Mondrauten (Botrychium-Arten) (Fig. 341 und 342), bei denen der Wedel in einen Aehrentheil und einen Blatt-Theil oder mehrere wirkliche Blätter geschieden ist, während die Schuppen der andern Farne hier nicht auftreten, besteht jener Vorkeim, auf welchem die Befruchtung vor sich geht, nur noch in einem farblosen unterirdischen Knöllchen (Fig. 341) und in diesem liegen dann, sozusagen alle Analogieen vergraben, welche das soweit gediehene Luftgewächs noch mit seinen algen- oder moosartigen Ahnen verknüpfen. Die Botrychium-Arten nähern sich in ihrer Erscheinung, wie auch in ihrer gesammten Entwicklungsweise außerordentlich gewissen Lycopodiaceen, wie die Zusammenstellung von Botrychium Bergianum vom Cap mit Phylloglossum Drummondii aus Australien (Fig. 343) zeigt. Bei beiden sind die grasartigen Blätter von der Sporangien-Aehre völlig getrennt, bei beiden erzeugt die Spore den unterirdischen Vorkeim mit männlichen und weiblichen Zellkammern, bei beiden entstehen, wie bei den Orchideen Doppelknöllchen, durch welche sich diese Pflanzen ebenfalls vermehren, und wenn sich bei ihnen die Sporen schon in der Aehre zu Blüthenanlagen entwickelten, wozu bei verschiedenen

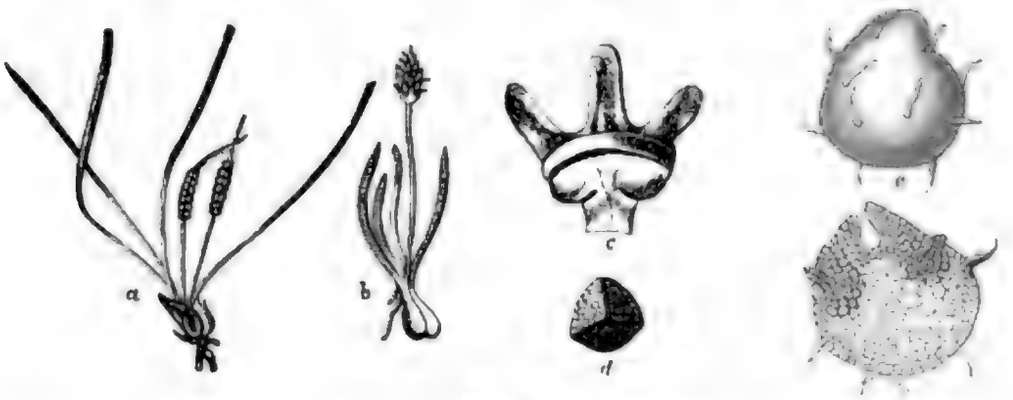


Fig. 343.
a Botrychium Bergianum, ein Farn, b Phylloglossum Drummondii, eine Lycopodiacee, beide in natürlicher Größe, c Stützblatt mit Sporenbehälter aus der Aehre des letzteren, d die tetraëdrische Spore, aus welcher bei der Keimung der unterirdische Vorkeim (e f) hervorgeht und wie in Fig. 341 männliche und weibliche Geschlechtszellen ausbildet. e—f vergrößert.

Lycopodiaceen Anläufe vorhanden sind, so würden wir aus ihnen grasartige Gewächse von der Organisationshöhe der Nadelhölzer und Palmenfarne hervorgehen sehen, wie sie auch höchst wahrscheinlich in der Vorzeit existirt haben. Es scheint kaum zweifelhaft, daß wir in diesen Ueberbleibseln einer der ältesten Erdepochen einzelne jener Etappen zu erkennen haben, durch welche von den Farnen ausgehend, durch die Lycopodiaceen mehrere verschiedene Abstammungslinien zu den höheren Pflanzen geführt haben. Bei noch weiter entwickelten Lycopodiaceen erscheinen dann männliche und weibliche Sporen getrennt und erzeugen, zum Theil noch auf der Mutter-

pflanze, die Geschlechtsbehälter, womit der Uebergang zu den eigentlichen Blüthenpflanzen gegeben ist. Bei ihnen bleibt jene erste Generation, über welche früher das Gewächs nur wenig hinauskam, nur noch in der Blüthenanlage erkennbar, während die Pflanze sonst ein durchweg anderes Wesen geworden ist, welches mit seinen Vorgängern viel weniger gleichwerthe Theile aufweist, als das höhere Thier mit dem niedern.

Während sich dieser Fortschritt in zahlreichen, durch noch lebende Pflanzen illustrirten Stufen im Kreise der echten Farne vollzog, ging er in ähnlicher Weise in den Seitenzweigen des Gewächsreiches vor sich, welche die Lycopodiaceen mit den Moosen und Farnen und möglicherweise die Schachtelhalme mit armleuchterartigen Algenformen verbanden. Doch sind in den letzteren Fällen die Zwischenglieder mehr oder weniger vollständig ausgestorben und wir finden nur noch in dem äußeren Typus oder in der Organisationsstufe die Verwandtschaft ausgedrückt. Es wiederholen z. B. in vergrößerter Form die Lycopodium-Arten den rings umblätterten Laub-Moosstamm und die wunderzierlichen Selaginellen (Fig. 351) auf's Täuschendste die fächerförmige mehrseitige Beblätterung mancher Lebermoose (Fig. 325), obwohl man nicht vergessen darf, daß dieser Formen-Charakter hier in einem anderen Lebensabschnitt wiederkehrt. Dieser gleichmäßige Fortbildungsprozeß nach mindestens drei verschiedenen, aber zu ähnlichen Zielen führenden Richtungen hatte sich im Laufe der devonischen Periode und in der Steinkohlenzeit vollendet; aus den weite Sümpfe ausfüllenden gefäßlosen Moosen waren wälderbildende, stolze Gefäßpflanzen hervorgegangen, welche in üppigster Fülle den Boden bekleideten. Mit der Stammbildung, die ja das Luftgewächs charakterisirt, sofern durch sie das Laub in höhere Regionen getragen wird, beginnt eine Bildung echter Wurzeln und eine mannigfachere Arbeitstheilung oder Differenzirung des Zellgewebes. Ein gegen die austrocknende Einwirkung der Luft und den ungemilderten Sonnenschein schützendes Oberhautgewebe (Epidermis, Rindenschichten u. s. w.) beginnt sich von dem ernährenden Zellgewebe zu sondern, Holz- und Stereomgewebe bilden sich aus, um dem Stamm und den Aesten Tragfähigkeit und Widerstandsfähigkeit gegen die Winde zu verleihen, und es bilden sich die bei den Moosen kaum erst angedeuteten Gefäßbündel aus, nach denen man

Fig. 344.
Verkleinertes Stück eines Cyatheenstammes mit Leitbündelkreisen verschiedener Form auf dem Querschnitt und rhombischen Wedelnarben im Umfange.

die höheren Pflanzen im Gegensatze zu den Algen, Pilzen und Moosen als Gefäßpflanzen bezeichnet. Wir sehen diese Gefäßbündel bei einem Querschnitt durch den untern Theil der Wedel unseres gemeinen Adlerfarns (Pteris aquilina) den bekannten deutschen Doppeladler zeichnen und in den schlanken Stämmen der Cyatheen (Fig. 344) Bündel-Kreise zusammensetzen. Manche Stämme des Steinkohlenwaldes, namentlich die der sogleich zu schildernden Farnverwandten hatten auch ein erhebliches Dickenwachsthum, aber ohne sog. Jahresringe zu bilden, eine Folge des ohne Absätze (Winterruhe) erfolgenden ununterbrochenen Weiterwachsthums immergrüner Bäume in wärmeren Klimaten. In den meisten dieser Formen noch immer die Feuchtigkeit liebend, widmete sich die neue blüthenlose und noch keine schwereren Früchte tragende Pflanzenwelt, die mit verjüngter Jugendkraft

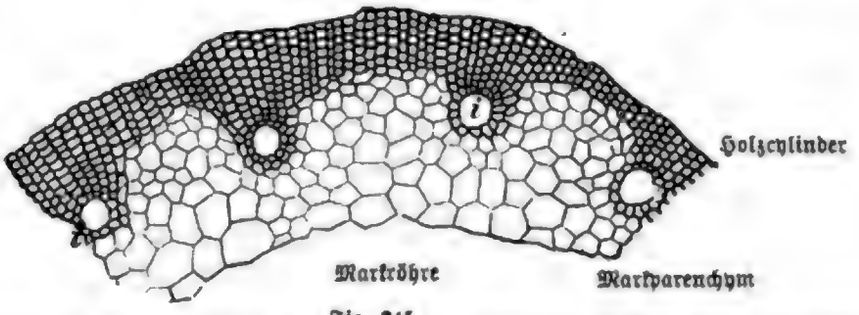


Fig. 345.
Vergrößerter Querschnitt durch ein Stück eines Calamariaceen-Holzcylinders. i von den Erstlingszellen des Holzkörpers umgebene Gewebslücken. Nach E. Weiß.

emporstrebte, einstweilen dem für die Menschheit so wichtig gewordenen Geschäfte der frühesten Holzerzeugung, um ihren Körpern Festigkeit und Ausdauer in dem dünnern Medium zu leihen und die Ernährungs- und Athmungsorgane über das dichte Farn- und Moosgestrüpp des Bodens hinauszutragen in die kohlensäurereiche Atmosphäre, die sie mit Lust zu trinken begannen.

Wenn wir uns die farnartigen Charakterpflanzen unserer nordischen Waldsümpfe, die höchstens drei bis fünf Fuß hoch aufsteigen, zu vierzig bis hundert Fuß hohen Bäumen vergrößert denken, können wir uns ein Bild der Steinkohlenwälder machen, welche offenbar Sumpfwälder waren. Statt der säulenrunden Schafthalme (Equiseten), die ihre quirlförmig gestellten, drehrunden, nackten Aeste jetzt meist nur einige Fuß hoch aus dem Wasser emporheben und deren Blätter nur in Form kleiner, den Stamm umkränzender Spitzenkragen erscheinen, stiegen damals wie mit dem Meißel ausgearbeitete canellirte Säulen von 30 bis 40 Fuß Höhe und entsprechendem Umfang empor, in oft wiederholter Quirltheilung eine ziemlich schattenlose Krone von starrer Architektur bildend. Jene Calamarien oder Riesenschafthalme der Primärzeit (Fig. 346) haben sich ihr ganzes Leben lang sozusagen mit der Stammfrage beschäftigt. Wenn bei den

Algen von einer Arbeitstrennung zwiſchen Axe und Blättern nicht die Rede ſein konnte, vielmehr alles „Laub“ war, ſo erſcheinen bei den farnartigen Pflanzen beide Elementartheile zwar geſchieden, aber die Blätter bleiben auf dem Stande niederſter Ausbildung ſtehen, Stamm und Aeſte bilden ſich vorwiegend aus und nehmen den kleinen Schuppenblättern einen großen Theil der Ernährungs-Arbeit ab. Wie ein kluger Baumeiſter, der die Geſetze der Statik genau erwogen, haben ſie alle Feſtigkeit des Stammes auf den Umfang gehäuft und ausprobirt, daß ein röhrenförmiger Stamm mehr tragen kann, als ein ſolider Stamm von gleicher Maſſe (Fig. 345). Der Hohlraum wurde dann oft mit Geſteinsmaſſe gefüllt und gab innere Abdrücke, die als Calamiten im engern Sinne beſchrieben wurden, und ein ſtärkeres Relief zeigen, als die mit der Rinde verſteinerten Stämme. Uebrigens bildeten gegen Ende der Steinkohlenzeit, die zu dieſem Typus gehörigen Bäume einen ſtärkeren Holzring

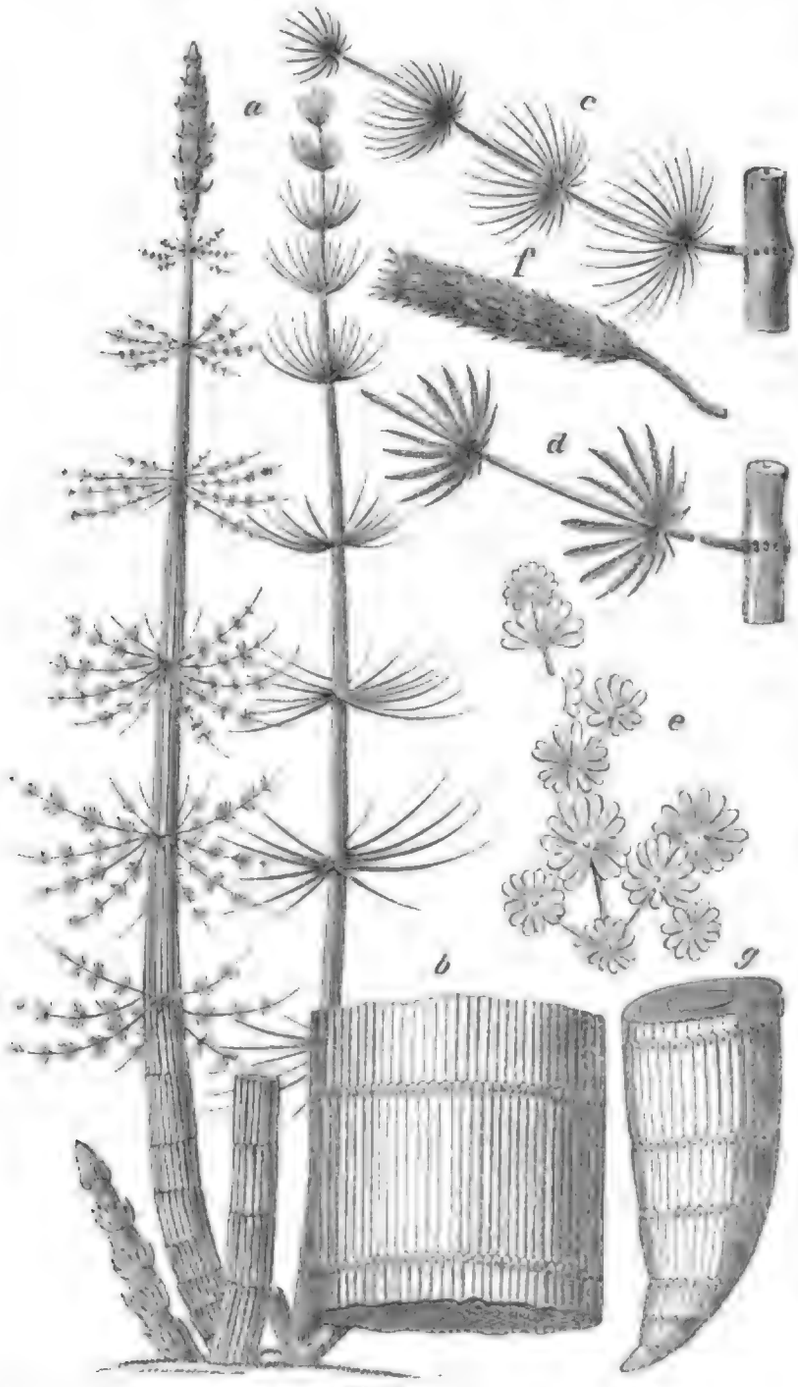


Fig. 345.

Calamites a Reſtaurirte Bäume (ſchematiſch), b Stammſtück, c, d und e beblätterte Zweige, von denen jedoch die Annularien (e) von den meiſten Botanikern verſchiedenen Pflanzen zugetheilt werden, f Sporenzapfen, der jedoch eher einer Lycopodiacee zuzugehören ſcheint, g Wurzelſtammende.

aus, der oft den Durchmesser mehrerer Fuße erreichte, aber in den folgenden Zeiten bald wieder dahin schwand. Und noch in einem andern Punkte anticipirten die Säulenbäume des Steinkohlenwaldes die Methode der Baumeister unter den Menschen. Wie diese ihre höheren Säulen meistens aus einzelnen Tambouren, d. h. aus Trommeln oder Säulenscheiben zusammensetzen, so beginnt bei den Urschafthalmen der für eine große Abtheilung des Pflanzenreiches bezeichnende Aufbau aus deutlich abgesetzten Stengelgliedern, sogen. Zwischenknotenstücken (Internodien) mit strenger Regelmäßigkeit der mit einander abwechselnden Rillen sich einzuführen. Die Pflanze theilt sich, ihrer früher hervorgehobenen republikanischen Neigung entsprechend, in zahlreiche gleichwerthe Provinzen oder Unter-Individuen, von denen die ältesten die Pflicht übernehmen, die jüngern in die Höhe zu tragen und ihre Verbindung mit der Wurzel zu unterhalten, während diese mit ihren Blättern die Ernährung bewirken und einige der jüngsten auf persönliches Weiter-Wachsthum verzichtende Knospen für die Fortpflanzung sorgen.

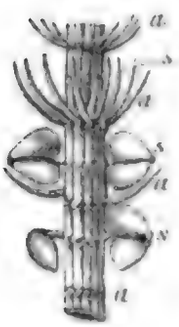


Fig. 347.
Bruchstück eines Sporangienstandes von Annularia longifolia. a unfruchtbare s fruchtbare Quirle.

Neben den in mannigfachen Arten und Gattungen auftretenden baumartigen Equisetaceen des Steinkohlenwaldes, die wir unter dem Namen der Calamariaceae zusammenfassen, gab es jedoch auch kleinere, größtentheils im Wasser wachsende Arten, deren quirlständige Blätter gar nicht oder nur zu schmalen Scheiden verwachsen waren, wie die Annularien (Fig. 345e und 347), deren Fruchtquirle mitten am Stengel mit unfruchtbaren wechseln, während bei den Asterophyllites die Fruchtquirle dicht über unfruchtbaren stehen. Sie trugen zweierlei ungleiche (heterospore) Fruchtkörper, Macro- und Microsporangien, aus deren Sporen dann weibliche und männliche Vorkeime hervorgingen, während die heute lebenden Equisetaceen nur gleichartige (isospore) Sporangien tragen. Die Calamariaceen scheinen jedoch ebenfalls heterospor gewesen zu sein.

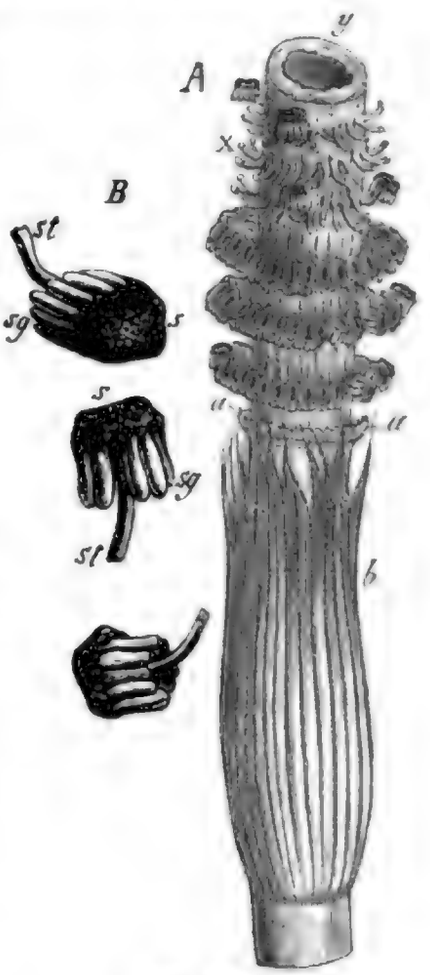


Fig. 348.
Equisetum Telmateja, fruchttragende Spitze mit der untern Hälfte der Aehre. b Blattscheide. y Querschnitt der hohlen Spindel. x Die Stiele der schildförmigen Sporenbehälter. B Die letzteren, wenig vergrößert. st Stiel. s Schild. sg Sporangien (Nach J. Sachs.)

Beide fossile Gruppen machten bereits im Beginne der Sekundärzeit mehr oder weniger vollständig kleineren Nachkommen Platz, den Equisetites-Arten, die sich, wie schon der Name andeutet, nach Größe und Gestalt eng an die jetzt lebenden Schafthalme (Equisetum) anschließen. Sie besaßen wie diese (Fig. 348) statt der getrennten Quirlblätter der Calamarien, röhrenförmig den Stamm umhüllende Quirlblattscheiden und werden ohne Zweifel auch einen ähnlichen Sporenstand und dieselbe Keimungsart besessen haben. Aus den Sporen gehen bei den heute lebenden Schafthalmen nämlich lebermoosartige Vorkeime hervor, die bald vereint, bald auf verschiedene Exemplare vertheilt (Fig. 349), die männlichen und weiblichen Zellen entwickeln. In den tropischen Theilen von Südamerika erreicht eine Art des jungen Geschlechtes, der Riesenschachtelhalm (Equisetum giganteum) hier und da die Höhe seiner alten Vorfahren, und bildet dann Dickichte, die ein Bild jener uralten Schafthalmwälder vorführen. Seine Stämme haben aber bei Weitem nicht die Stärke jener der Ahnenformen und kommen nur dadurch in die Höhe, daß sie sich in der Jugend gegenseitig stützen.

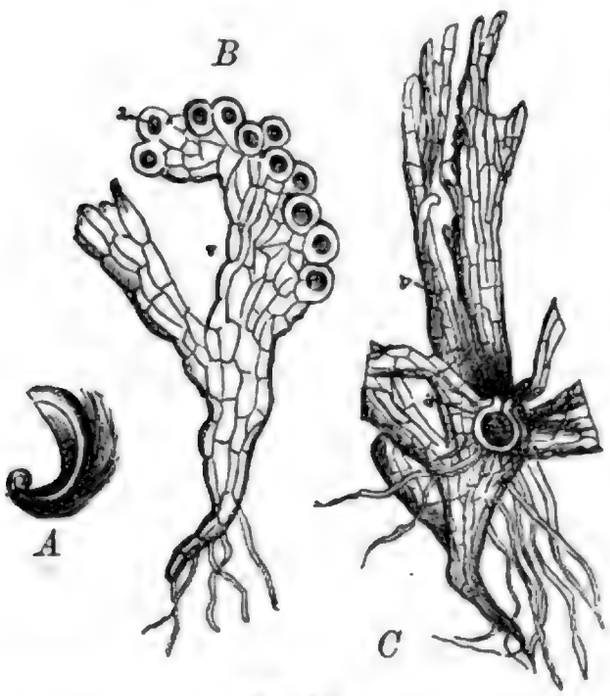


Fig. 349.
Equisetum Telmateja: A Samenfaden; B männlicher Vorkeim mit Samenfadenbehälter (a) und C weiblicher Vorkeim mit einem Archegonium (a).

Das auf der Tafel „Riesen-Schachtelhalme bei San Nikolas" dargestellte Schafthalmdickicht hat der Botaniker Ed. André bei einer Expedition in die Vorberge der West-Cordillere unweit Quito angetroffen und gezeichnet.

Aus den letzten Abschnitten der Steinkohlenzeit haben sich verschiedene, anscheinend zum Typus der Schachtelhalme gehörigen Bäume gefunden, die man Calamodendron, Arthropitys (d. h. Gliederfichte) und ähnlich genannt hat, weil der dicke Stamm äußerlich ganz wie derjenige eines Schachtelhalms gebaut war, nämlich mit deutlich abgesetzten Stengelgliedern, parallelen Riefen an der Oberfläche u. s. w. Aber diese „baumartigen Schafthalme" bildeten einen dicken, im Umkreise wachsenden Holzring um das Mark, dessen Bau zwar einzelne Aehnlichkeiten mit demjenigen des Schafthalmstammes aufweist, aber noch viel mehr mit demjenigen der Ursamenpflanzen (Archispermen), zu denen sie daher auch von neueren Botanikern gezogen werden. Leider kennt man die Fruktifikationsorgane dieser Pflanzen nicht,

Digitized by Google

Ein Schneemann, ca. 3 m, Stein, Metall

aus denen sich leicht ergeben würde, ob wir es in ihnen wirklich mit Archispermen oder vielleicht mit baumförmigen Uebergangsformen zu denselben zu thun haben. Die Nadelhölzer bieten in ihrem quirlartigen Aufbau und in der Form ihrer männlichen Kätzchen, wie ihrer Zapfen so manche habituelle Aehnlichkeiten mit den Schafthalmen, daß diese Ansicht nicht ohne Weiteres von der Hand zu weisen ist, und unter den Gnetaceen besitzen die unbeblätterten Aeste von Ephedra noch heute eine frappante Aehnlichkeit mit Schafthalmästen. Aber wenn man auch geneigt sein mag, in jenen ausgestorbenen Formen angehende Archispermen zu erblicken, so scheint es doch nicht wahrscheinlich, daß sie bereits vollendete Archispermen (Cordaitaceen, Nadelhölzer, Cycadeen, Gnetaceen) waren, denn diese besitzen dauerbare Fruchtstände und Samen, die man zwischen jenen Resten gefunden haben müßte, wenn sie bei ihnen vorhanden gewesen wären.

Den heute lebenden Bärlappen (Lykopodiaceen), welche wegen ihrer langen, dichtbeblätterten, den Boden feuchter Wälder mit verstrickendem Gestrüpp bedeckenden Ranken auch Schlangenmoose genannt werden, glichen, ins Gigantische übersetzt, die Schuppen- und Siegel-Bäume (Lepidodendren und Sigillarien Fig. 350 und Fig. 354) der devonischen und karbonischen Wälder. Jene niedrig wachsenden und daher den wenigsten Menschen in der heimischen Flora auffallenden Bärlappe erscheinen daher als die letzten Ueberbleibsel ehedem mächtiger Geschlechter doppelt merkwürdig. Ehemals sechzig bis hundert Fuß hohe Stämme bildend, kriechen die letzten ihrer Nachkommen bescheiden am Boden, und die Zahl ihrer Häupter in Europa nimmt mit der Urbarmachung der Wälder von Jahr zu Jahr ab. Es ist ein aussterbendes Geschlecht, und vielleicht kommt eine Zeit, wo man nur noch in den Gewächshäusern einige ihrer ungemeinen Schönheit wegen dorthin geretteten Selaginellen bewundern wird. Sie passen nicht in diese Welt des Lichtes, und es giebt einzelne Arten darunter, die vor Schrecken ganz blaß werden, wenn sie von dem unverhüllten Sonnenlicht eine Weile bestrahlt werden, die sich vom Lichte wegwenden und erst im dunklen wieder erholen. Im Steinkohlenzeit-Walde dagegen hoben sie kühn das Haupt über alle ihre Genossen. Zu ihnen gehören jene in aufrechter Stellung begrabenen Stämme der Bergwerke, von denen S. 171 die Rede war, deren gablig und horizontal im Boden verzweigte S. 169 beschriebenen Rhizome früher für eine besondere Pflanzenart (Stigmaria) gehalten wurden, bis man in ihnen die im Sumpfboden ausgebreiteten Wurzelorgane der Schuppen- und Siegelbäume erkannte. Noch heute lebende niedrige Lycopodiaceen, die schon in der Silurzeit nahe Verwandte besaßen, die Psilotum-Arten, haben ähnliche, in einer Ebene wiederholt gablig verzweigte Rhizome. Auch in den Aesten ihrer durchsichtigen, weit ausladenden Kronen dichotome Gliederung darbietend, treten die Schuppenbäume nun aufrecht als Zeugen einer wunderbaren Zeit vor den Bergmann und durchbohren oft in dieser aufrechten Stellung mehrere

Schlamm-Schichten, die nacheinander abgelagert wurden. Ihre Erscheinung muß in der That eine äußerst fremdartige gewesen sein, nämlich diejenige baumartiger Moose, deren wiederholt gabliger Stamm in der Jugend dicht mit schmalen Blättern bedeckt war, wie die Getreideähre mit Spreublättchen. Beim Aelterwerden fielen die Blätter von unten herauf ab und ließen auf den meist schlanken, säulenförmigen Stämmen Narben in dichten mathematisch regelrechten Spirallinien zurück, von solcher Zierlichkeit der Anordnung, daß sie mit den geschmücktesten Säulen romanischer oder maurischer Bauten wetteifern könnten. Indessen entbehrte die plumpe pelzartige Belaubung der sparsamen, sparrig ausladenden Aeste der malerischen Freiheit und so bunt ihre gefelderten, wie mit Mosaikarbeit bekleideten Stämme auch neben den cannelirten Säulen der baumartigen Schafthalme standen, dem Steinkohlenwalde würde alle Anmuth gemangelt haben, wenn nicht Wedelfarne in größter Zahl, diese moosartigen Gewächse von dendritenartiger Starrheit umwuchert hätten.

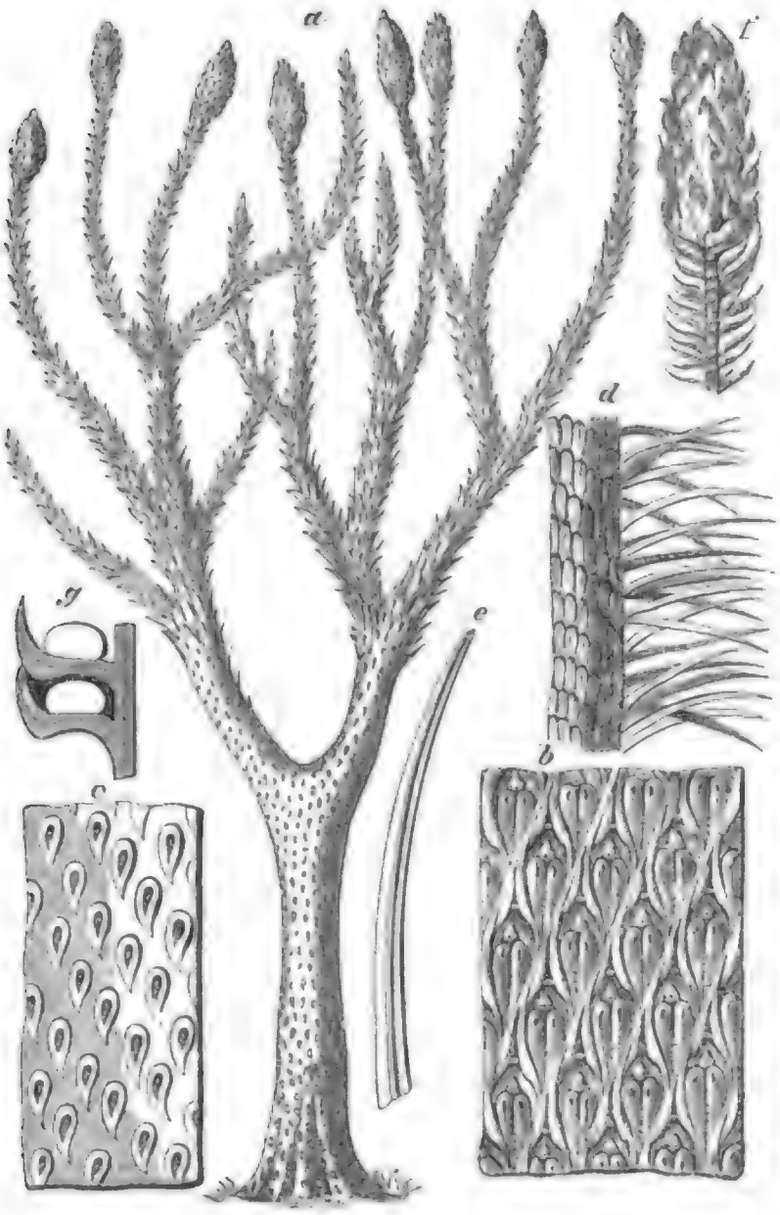


Fig. 350.
Schuppenbaum (Lepidodendron). a Restaurirter Baum nach Dawson. b, c Rindenstücke. d Zweigstück mit Blättern. e Ein einzelnes Blatt. f Endzweig mit dem zapfenförmigen Sporangienstand. g Zwei Schuppen des Sporangien-Zapfens.

Die Schuppenbäume (Fig. 350) gehören zu den ältesten Landpflanzen, von denen man Ueberreste gefunden hat. Dawson hat nicht nur in den

devonischen Schichten Spuren derselben getroffen, sondern er glaubt sie bis in die obersilurischen Ablagerungen zurückverfolgen zu können. Sie gehören auch zu den am vollkommensten bekannten vorweltlichen Pflanzen, denn man hat von ihnen nicht nur Sporen, sondern auch die zapfen- oder kätzchenartigen Sporangienstände aufgefunden. Dieselben standen theils an der Spitze der Zweige, theils traten sie (bei Ulolendron) stammbürtig in zwei senkrechten gegenüberstehenden Reihen aus dem Hauptstamme hervor, und haben dort große schüsselförmige Narben zwischen den kleineren Narben der Blätter hinterlassen. Wir kommen darauf zurück. Hiernach bleibt kein Zweifel, daß alle diese Bäume echte Bärlappgewächse waren, wie die Vergleichung ihrer Fruchtstände (Fig. 350g) mit denjenigen einer jetzt lebenden Selaginella (Fig. 351) leicht ergiebt. Ohne Zweifel war auch die Keimung eine übereinstimmende. Man wird sich das Verständniß des Folgenden wesentlich erleichtern, wenn man die Sporen der farnartigen Gewächse wie Blühknöspchen betrachtet, welche auf der Erde weiterwachsend (keimend) sowohl männliche als weibliche Organe auf gemeinschaftlichen Blüthenböden (zwittrigen Vorkeimen) hervorbringen. Und gleich so vielen unserer jetzt lebenden Bäume und niedern Pflanzen, die männliche und weibliche Blüthen auf verschiedenen Stämmen erzeugen, giebt es auch Lycopodiaceen mit zweierlei Sporangien und Sporen, aus denen rein männliche und rein weibliche Vorkeime hervorgehen. Im letzteren Falle, der bei Selaginella (Fig. 351) und einer zu derselben Familie gehörenden grasblättrigen Wasserpflanze, dem Igelkraut (Isoëtes Fig. 352) stattfindet, erzeugen kleinere Sporen (Microsporen) die Vorkeime mit männlichen Samenfäden, und größere (Macrosporen Fig. 353), deren Keimung mitunter schon auf der Mutterpflanze beginnt, das weibliche Organ (a) oder Archegonium, welches in seinem feineren Bau kaum noch von demjenigen der blühenden und samentragenden Pflanzen, im Besonderen der Nadelhölzer verschieden ist.

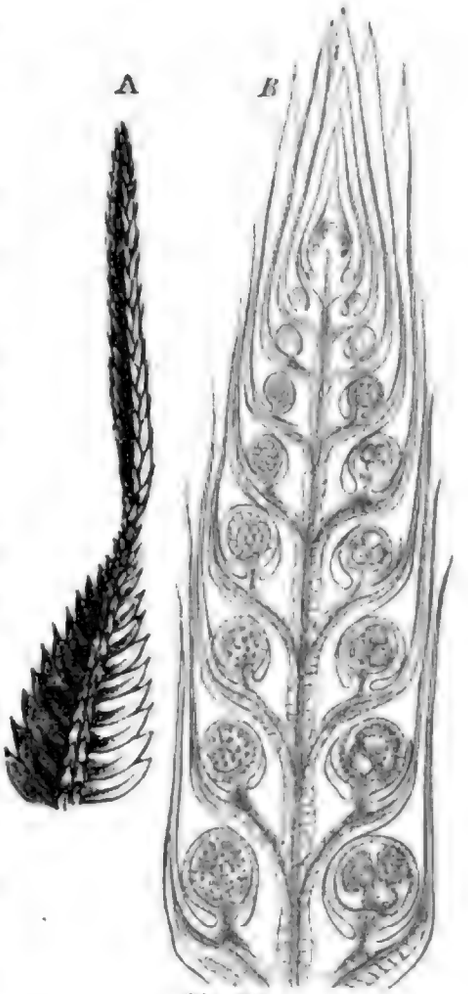


Fig. 351
Selaginella inaequalifolia. A Zweigspitze mit Sporenzapfen in doppelter Größe. B Der letztere im Längsschnitt, links männliche, rechts weibliche Sporangien tragend, vergrößert. (Nach Jul. Sachs.)

Weniger genau ist man mit den Fruchtständen der Siegelbäume (Sigillarien Fig. 354) bekannt, die indessen kaum denen der Schuppen-

bäume wesentlich ungleich gewesen sein dürften, wie sie auch ganz ähnliche gegabelte Rhizome (Stigmarien vergl. S. 169) besaßen. Sehr eigenthümlich waren die Stämme, welche nach den scharfen, in Spirallinien den Umfang umziehenden und wie mit dem Petschaft ausgeprägten Blattnarben ihren Namen empfingen. Ueber ihren Aufbau haben die Meinungen mannigfach gewechselt. Goldenberg hatte vor bald fünfzig Jahren einen Sigillarien-Wald im Saarbrückener Revier aufgeschlossen, dessen Stämme unten über den Rhizomen einen halben bis zwei Meter im Durchmesser besaßen und oben in eine abgerundete Spitze wie ein Zuckerhut endigten, ohne irgend eine Spur von Verästelung zu zeigen. Man entwarf nach diesen Steinkernen, welche die Form des Holzes unter der Rinde wiedergeben und den Namen Syringodendron erhielten (von denen das eine Goldenberg'sche Exemplar $5^1/_2$ Meter hoch war) unverzweigte Baumformen mit einem besenartigen Blattschopf, wie der auf unserer Figur 354 links dargestellte Stamm. Indessen scheint diese Form eine seltene, und man hat einen solchen „Zuckerhut"-Wald nicht wieder angetroffen, wohl aber gablig verzweigte Stamm- oder Aststücke, die auf eine ähnliche Kronenbildung schließen lassen, wie bei den Schuppenbäumen. Hinsichtlich der Sporangien-Stände gab es ebenfalls viele Meinungsverschiedenheiten, und während einige Botaniker wirtlige Sporangien-Aehren, wie in der beistehenden Restauration annahmen, glaubten andere an endständige Zapfen. Auf Grund eines gablig verzweigten Gipfelstücks, welches oberhalb des Gabelwinkels eine Zeile von Blüthen-Abgangsstellen erkennen läßt (Fig. 355), schließt H. Potonié auf aus den Gabeln herabhängende Sporenzapfen, welche das Ende des Stammes umkränzt haben mögen, wie die Früchte vieler Palmen die Ausgangsstelle ihrer Wedel. Man unterscheidet zwei Hauptlinien unter den Siegelbäumen, die favularischen Sigillarien, bei denen die Blattnarben dicht aneinandergedrängt, wie die Waben eines Bienenstocks auf dem Stamme stehen, zu denen das abgebildete Gabelstück (Fig. 355) gehört und rhytidolepe Sigillarien, bei denen die

Fig. 352.
Isoëtes lacustris etwas verkleinert. st Stengel. r Wurzeln. b Blätter.

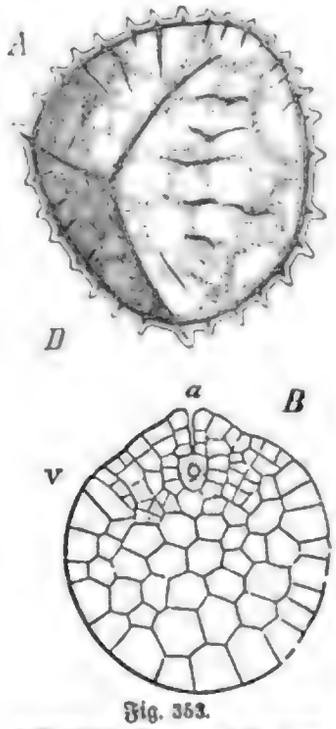


Fig. 353.
A Weibliche Spore von Isoëtes lacustris. B Längsschnitt des Vorkeims mit der weiblichen Zelle (a). Vergrößert.

Siegel entfernter auf erhobenen Längsleiſten erſcheinen, wie in Fig. 354c. Im anatomiſchen Bau des Holzes und der Blätter dieſes erſt im untern Steinkohlenſyſtem (Kulm) erſchienenen, im mittleren ihren größten Formenreichthum erreichenden, und im Rothliegenden bereits wieder ausſterbenden Geſchlechtes glaubt man Uebereinſtimmungen mit den entſprechenden Verhältniſſen der Palmenfarne (Cycadeen) gefunden zu haben, die bei der geſammten Stellung dieſer Pflanzen nicht zu verwundern wären, obwohl ſie den Lycopodiaceen im Allgemeinen und den Schuppenbäumen im Beſondern immerhin näher geſtanden haben dürften, als den Cycadeen.

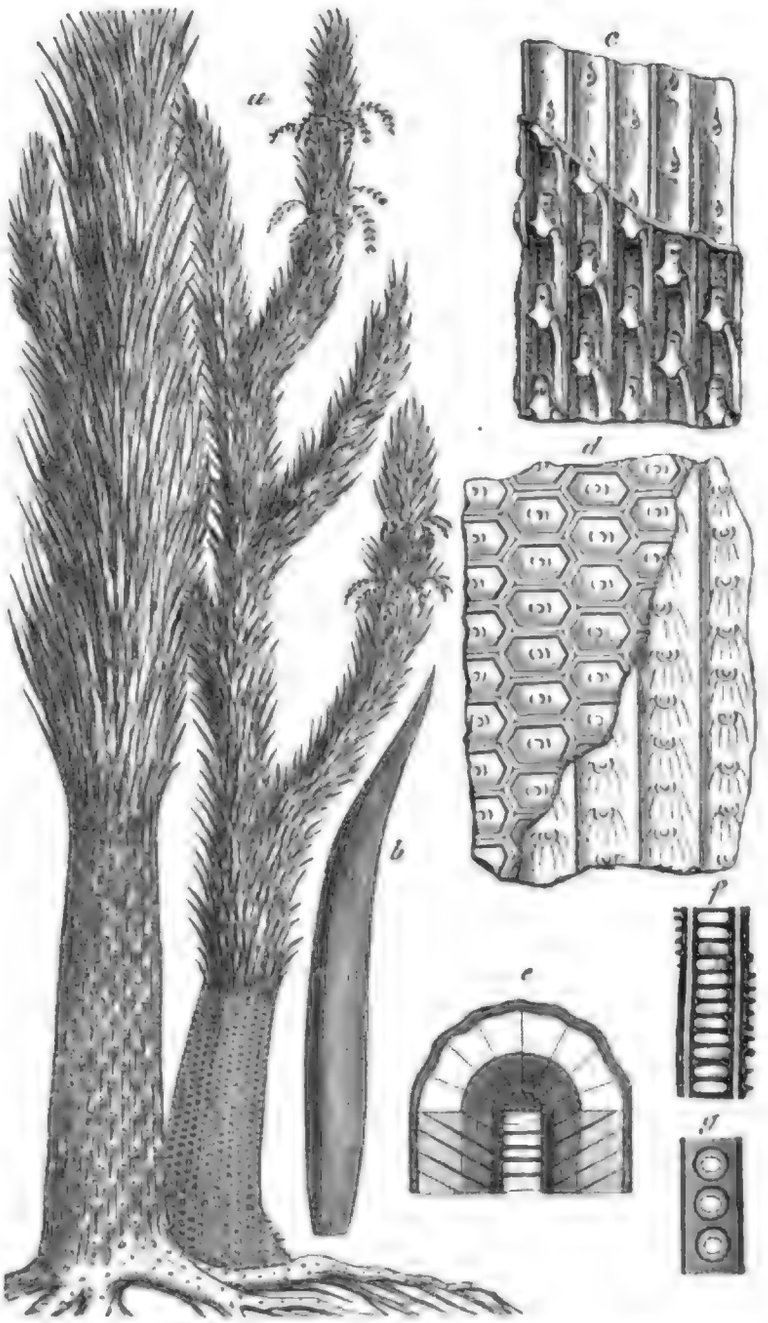


Fig. 354.

Sigillaria. a Reſtaurirte Bäume mit Sporangienſtänden. b Ein einzelnes Blatt. c d Stammſtücke, theilweiſe mit der Rinde bedeckt, von verſchiedenen Arten. e Längs- und Querdurchſchnitt des Stammes. f Treppengefäß aus dem den Markcylinder umſchließenden Holzringe. g Punktirtes Gefäß aus dem äußern Umfange des Holzrings.

Dem letztgenannten Paläophytologen verdanken wir an Stelle der älteren, auf Grund noch unzureichender Foſſilien gewagten Reſtaurationen von Steinkohlenwald-Landſchaften eine vor wenigen Monaten vollendete Darſtellung, die er uns freundlichſt geſtattet hat, auf der Tafel „Pflanzenformen der Steinkohlenzeit“ unſern Leſern vorzuführen und die der Wahrheit um einen erheblichen Schritt näher als die bisherigen kommen dürfte. Wir fügen eine kurze Aufzählung der im Vordergrunde dieſer

Tafel von links nach rechts gruppirten Pflanzen bei. Zunächst nach links sehen wir vor dem Lepidodendron-Walde einen mit Luftwurzeln versehenen Farnbaum mit mächtigen, als Pecopteris beschriebenen Wedeln. Daneben ganz im Vordergrunde folgt ein hoher Lepidodendron mit freigewaschenem Stigmarien-

Fig. 355.
Ein favularischer Sigillaria-Gabelzweig in halber natürlicher Größe. Auf dem linken Gabelzweig links oben befindet sich auf dem Steinkern noch etwas kohlige Rinde mit den Blattnarben. Aus dem produktiven Karbon Westphalens. Nach Potonié.

Wurzelwerk und dichotomer Krone. Ein wenig weiter zurück klettert ein Lianen-Farn mit Wedeln vom Typus der Sphenopteris Hoeninghausi (vergl. oben Seite 480) an einem entgipfelten Lepidophytenstamm empor, von dessen Fuße ein liegendes Stammstück von Megaphyton (Seite 480) mit doppelter Narbenreihe ausgeht. Den Mittelgrund füllt ein Dickicht von Calamites

ramosus, dem sich nach rechts mehrere Formen der sogleich zu besprechenden Cordaïtes-Gattung (S. 498) mit langen, oft zwei- bis mehrtheiligen Blättern anschließen. Zwischen denselben liegt ein sog. „Zuckerhut-Stamm" der oben (S. 494) besprochenen Goldenberg'schen Sigillaria (Syringodendron) und vor demselben noch weiter rechts ein ebenfalls am Boden liegender Stamm des Ulodendron mit doppelter Narbenreihe (S. 493). Vor demselben erheben zwei Schlingfarne mit theilweise dichotom getheilten Wedeln vom Typus der Mariopteris muricata (S. 480) ihre Ranken, um an zwei todten Stämmen emporzuklettern, und schließen in ihrer Mitte eine favularische Sigillaria mit aus der ersten Gablung herabhängenden Zapfen ein.

Ganz im Vordergrunde sehen wir auf der Wasserfläche schwimmende Pflanzenteppiche, aus welchen steifaufrechte Aehren (Bowmanites) aufragen, die an die Aehren unsrer Froschlaich-Kräuter (Potamogeton-Arten) erinnern, während die wirtelförmige Beblätterung derjenigen der Annularien und Asterophyllites-Arten (S. 489) gleicht. Sie sollen das Vorkommen der Sphenophyllum-Arten versinnlichen, die im Habitus sich den Equisetaceen zu nähern scheinen, aber in weitern Einzelnheiten des Baues sich enger an die Wasser- oder Schwimmfarne (Hydropteriden) anschließen, namentlich an die Gattung Salvinia (Fig. 356), die an der Verbindungsstelle der über der Oberfläche sich erhebenden Luftblätter (b^2, b^3) und der untergetauchten wurzelähnlichen Wasserblätter (b^1) zweierlei Sporangien (5) trägt. Diese früher fälschlich Wurzelfruchtfarne (Rhizocarpeen) genannten Farne (weil die kurz- oder langgestielten Sporangien nahe den wirklichen oder scheinbaren Wurzeln entspringen), gehören einer stark decimirten, in ihrer Organisationshöhe die der Schachtelhalme und Bärlappgewächse eher überragenden Farn-Gruppe an, von der heute nur noch sehr wenige Gattungen (Azolla, Salvinia, Marsilia, Pilularia u. A.) übrig sind, während in der Vorzeit mannigfachere Geschlechter vorhanden waren, die sich theilweise bis zur Steinkohlenzeit zurückverfolgen lassen. Ihre Mikrosporangien schließen viele (4 × 16) Mikrosporen ein, deren jede im kleinen Vorkeim wenige Samenfäden (Spermatozoiden) ausbildet, während die Makrosporangien, die wie jene gruppenweise von einer sog. „Fruchtkapsel" umschlossen werden, nur je eine Makrospore enthalten, welche den kleinen weiblichen Vorkeim erzeugt.

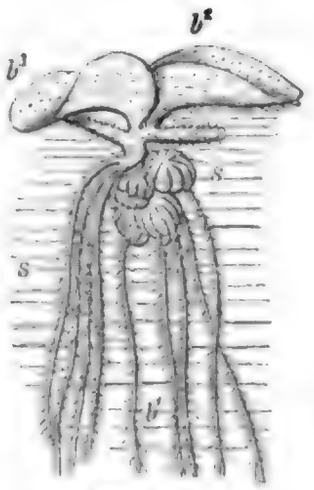


Fig. 356.
Salvinia natans.

Die Farne und farnartigen Pflanzen (Filicales), zu denen man auch die Schafthalm- und Bärlappgewächse rechnet, büßten ihr Uebergewicht seit Beginn der Sekundärzeit ein, nachdem bereits in der Primärzeit ihre Oberherrschaft durch das Auftreten einer Minderzahl unzweifelhaft höherer Formen in Frage gestellt war. Schon damals vollzog sich jene Umwälzung,

die man als die größte in der Pflanzenwelt zu betrachten berechtigt ist, der Uebergang von den verborgen blühenden Pflanzen (Kryptogamen) zu den offen blühenden (Phanerogamen). Bei den zu der ersteren Abtheilung gehörigen farnartigen Pflanzen entstehen, wie wir wissen, auf der Unterseite der Wedel oder in rand- und entständigen Behältern (Sporangien) kleine „Blühknöspchen" (Sporen), die erst nach ihrer Trennung von der Mutterpflanze einen Blüthenboden (Vorkeim) mit männlichen und weiblichen Organen erzeugen. Wenn sich die Sporen schon auf den Wedeln oder in den Zapfen der schafthalm- und bärlappartigen Gewächse zu diesen einfachen Blüthen entwickeln würden, wozu Anläufe vorkommen, so wäre die Umwandlung in eine Blüthenpflanze vollzogen. Es hat aber in Wirklichkeit vieler Schritte bedurft, bis aus den farnartigen Pflanzen Blüthenpflanzen, die auch Samen auf der Mutterpflanze erzeugten, und bei denen dann nur noch die früheste Ei- oder Samenanlage Anklänge an die Fortpflanzungsweise der farnartigen Pflanzen bewahrt, entstanden sind. Bei dieser durchgreifenden Umwandlung tritt eine unverkennbare Aehnlichkeit mit dem Entwicklungsweg der niederen Thiere zu höheren hervor. Die niederen Pflanzen entlassen ihre jungen Nachkommen ebenso wie die niederen Thiere als unvollkommene, zum Theil noch unbefruchtete Anlagen. Auf den höheren Stufen aber ernährt die Pflanze, wie das höhere Thier ihr junges Kind bis zu einem, den gesteigerten Ansprüchen genügenden fortgeschrittenen Entwicklungsgrade; sie versorgt sein Kindesalter, in welchem es selbständig auftreten soll, mit Nahrungsvorrath; sie reift Samen, in denen das junge Wesen mit einem kleinen, für Wochen reichenden Proviant eingebettet liegt. Man würde daher passender bei der Eintheilung und in der Geschichte der Pflanzen von samenlosen und samentragenden Gewächsen, statt von blüthenlosen und blühenden sprechen, denn das Samentragen ist die wesentlichste Neuerung, welche die Blüthen der jüngern Pflanzenwelt vor denen der älteren voraushaben. Sie entsprechen darin den höhern, lebendig gebärenden Wirbelthieren.

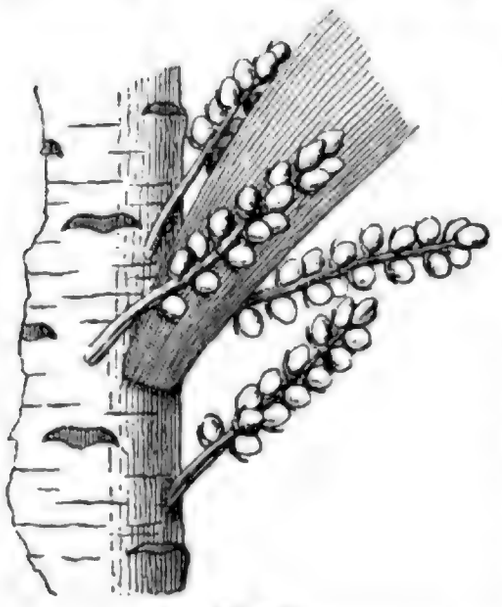


Fig. 357.
Cordaiten-Zweigstück mit 4 Blüthenständen, dem Untertheil eines Blattes und Blattnarben. 2/3 der natürlichen Größe. (Nach Grand'Eury.)

Aelteste Samenpflanzen, sogenannte Urfamenpflanzen (Archispermen) haben bereits im Devon Spuren ihres Daseins, in Gestalt verkohlter und verkieselter Samen hinterlassen. Man nannte diese devonischen und karbonischen Samen wegen ihrer vorwiegend herzförmigen Gestalt

Cordaïten und hat allmälig erkannt, daß sie meist von baumartigen Pflanzen stammen, die man zu der Gruppe der Herzfruchtpflanzen (Cordaïtaceen) zusammenfaßt. Die Physiognomie der Cordaïten, wie wir sie unter den „Pflanzenformen der Steinkohlenzeit" rechts neben den Schachtelhalmen in fünf zu mehreren Arten gehörigen kleineren und größeren Exemplaren dargestellt sehen, zeigt uns schlanke, unregelmäßig verzweigte Bäume, die wie die Schuppen- und Siegelbäume keine Pfahlwurzeln trieben, sondern wie noch heutige Sumpfbäume ein horizontal verlaufendes Wurzelwerk entwickelten. Die Zweige trugen längere oder kürzere, aber vorwiegend schmälere, parallelartige, zuweilen der Länge nach einfach oder mehrfach (dichotom) zer-

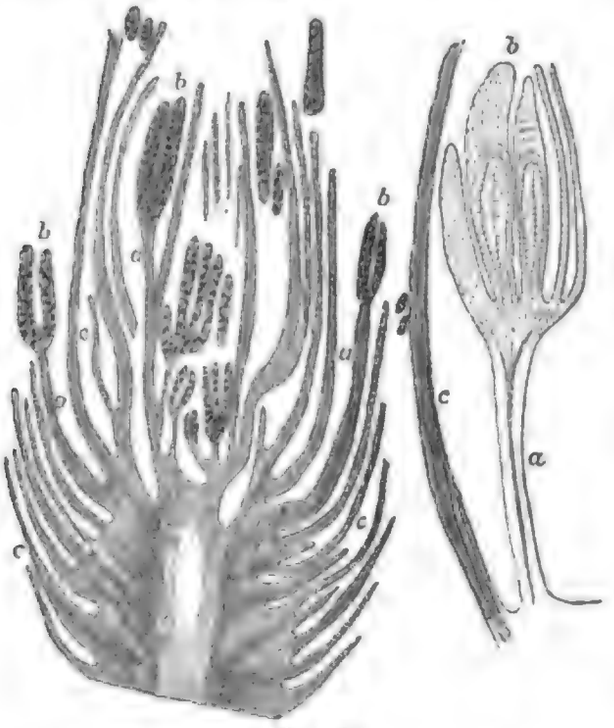


Fig. 358.
Männlicher Blüthenstand von Cordaïanthus Penjoni Renault.

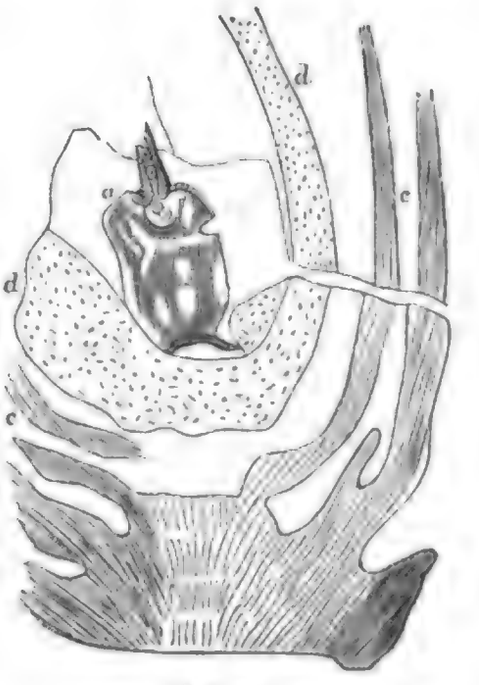


Fig. 359.
Weiblicher Blüthenstand von Cordaïanthus Grand'Euryi Renault.

Steinkohlenschichten von St. Etienne.

theilte Blätter, die beim Abfallen meist längliche, quer verlaufende Narben auf den Zweigen zurückließen (Fig. 357). Die Stämme besaßen unter einer starken Rinde einen in die Dicke wachsenden Holzcylinder mit getüpfelten und gehöften Leitzellen, fast wie ältere Coniferenstämme (Araucarioxylon) und schlossen einen weichen Markcylinder ein, von dem Ausfüllungen mit dichten querverlaufenden Oberflächen-Wulsten als Artisia, Sternbergia und unter anderen Namen beschrieben worden sind.

Die bisher untersuchten traubig-ährigen Blüthenstände (Cordaïanthus), die man, da sie aus dicken Aesten hervorbrechen, fast stammbürtig nennen kann (Fig. 357), enthielten eirunde Blüthen, von denen Renault und Grand'Eury einzelne in so vollkommner Erhaltung (Verkieselung) gefunden

haben, daß sich ihre getrennt-geschlechtliche Beschaffenheit auf Querschliffen wohl erkennen ließ. Das männliche Blüthenzäpfchen (Fig. 358) besteht aus einer dicken Axe mit schuppenförmigen Blättern (c), zwischen denen gegen den Gipfel kürzere oder längere Träger (a) stehen, welche in 2, 3, häufig 6 cylindrische, sich nach innen öffnende Pollensäcke (b) ausgehen. Wahrscheinlich waren diese Träger von den Hüllblättern des Zäpfchens nicht verschieden, aber nur die obern und innern trugen Pollensäckchen. Die ziemlich großen, ellipsoidischen Pollenkörner, die nicht mit denen der höhern Pflanzen, sondern mit solchen der sogleich zu besprechenden Cycadeen zu vergleichen sind, hat man in der sog. „Pollenkammer" und in dem Archegonium-Halse der von einer einfachen Hülle (d) eingeschlossenen und von ähnlichen Schuppenblättern (c) umgebenen nackten Samenknospen (a) der weiblichen Blüthen (Fig. 359) gefunden. Wir werden diese Bildungen besser verstehen, wenn wir erst diejenigen verwandter lebender Pflanzen, der Cycadeen, betrachtet haben werden.

Fig. 360.
Antholithes (Cordaianthus anomalus).

Die Steinkohlenzeit-Früchte, zu denen neben den Cordaïten, die nach ihren drei Längskanten benannten pflaumengroßen Trigonocarpen u. A. gehören, zeichnen sich meist durch die „Herzgrube", d. h. eine obere, der Pollenkammer entsprechende Vertiefung aus und sind vorwiegend als Steinkerne mit verkohlter Rinde erhalten. Ihre Längsschliffe ergaben nicht soviel Details, wie die der Blüthen und es fiel zunächst auf, daß sie innerhalb ihrer dicken Hüllen niemals einen Keimling (Embryo) erkennen ließen. Es dürfte sich dies nach Graf Solms indessen wahrscheinlich dadurch erklären, daß bei diesen Pflanzenformen die Embryo-Bildung erst allmälig, oft nach dem Abfallen der Samen erfolgt sein wird, wie noch heute bei manchen Cycadeen (Ceratozamia), Coniferen (Gingko) und Gnetaceen (Gnetum), die wir als nächste Verwandte der schon im Rothliegenden ausgestorbenen Cordaïtaceen zu betrachten haben.

Uebrigens kommen unter den Resten dieser ausgestorbenen Familie noch sehr abweichende Blüthenstände vor, bei denen die Blüthen nicht von Schuppenzäpfchen, sondern von einfachen blumenartigen Hüllen umgeben waren und in Trauben standen, z. B. bei Antholithes (Fig. 360), so daß sich daraus ährenförmige Fruchtstände, wie z. B. in Fig. 357, bilden konnten. Man wird sich überhaupt wohl vorstellen müssen, daß nicht blos Bäume mit derartigen Blüthen und Fruchtbildungen, sondern auch niedrige Kräuter vorhanden gewesen sein werden, von denen sich aber höchstens die Samen erhalten haben dürften. Und an solchen kleinen Samen, aus denen sich freilich nichts weiteres ermitteln läßt, fehlt es unter den Steinkohlenzeit-Resten nicht.

In der heutigen Welt sind die Ursamen-Pflanzen noch durch eine sehr ansehnliche, in mehrere Familien zu zerlegende Gruppe, die der Nadelhölzer oder Zapfenträger (Coniferen) und zwei kleinere Familien, deren Gemeinschaft sehr gelichtet erscheint, die der Palmenfarne oder Sagobäume (Cycadeen) und die Gnetaceen vertreten. Bei allen diesen als Uebergangsformen aufzufassenden Pflanzen sind die Blüthen auf einer ähnlichen niedrigen Entwicklungsstufe verblieben, wie bei den Cordaïtaceen der Steinkohlenzeit, die wir erst durch Vergleichung mit denselben besser verstehen lernen. Man glaubte früher, daß bei ihnen die weibliche Blüthe auf ein bloßes, aller Hüllen entbehrendes Eichen beschränkt sei, und nannte diese Abtheilung deshalb diejenige der nacktsamigen Pflanzen (Gymnospermen) zum Unterschiede von den bedecktsamigen (Angiospermen), zu denen alle höheren Pflanzen gerechnet werden. Allein diese Betrachtungsweise ist bei neuerer Untersuchung nicht stichhaltig befunden worden, und wir bleiben daher besser bei dem Namen Ursamenpflanzen (Archispermen).

Fig. 361.
Weibliche Sagopalme (Cycas circinalis) mit Früchten am Stamme und drei Wedeln mit eingerollten Fiedern in der Kronenmitte.

Die Palmenfarne oder Cycadeen (Fig. 361), deren Wedel die meisten unserer Leser aus ihrer Verwendung bei Begräbniß-Ceremonien, bei denen sie als sogen. „Palmenzweige" dienen, kennen, erinnern noch in vielen Punkten an echte Farne. Zur Steinkohlenzeit und am Ende der Primärperiode gab es noch farnähnlichere Formen als jetzt, die zum Theil zwischen Farnen, Cycadeen und Coniferen in der Mitte stehen, und mit Recht geradezu als Uebergangsglieder betrachtet werden. Sie waren die Vorgänger der eigentlichen Cycadeen, welche erst in der Triaszeit häufiger wurden, um während der gesammten Sekundärperiode den Hauptschmuck der Welt auszumachen. Ein nicht hoher, walzenförmiger oder verkürzter und dann fast eiförmiger Stamm (Fig. 366) trägt bei den Cycadeen die in Spirallinien stehenden, meist einem langen Fiederpalmen-Blatt ähnlichen Wedel. Die Fiedern sind in der Jugend schneckenförmig eingerollt, wie bei den Farnen (Fig. 362), und entwickeln sich in ähnlicher Weise, so daß auch sie mehr beblätterte Zweige als wirkliche Blätter vorstellen. Die männlichen und weiblichen

Blüthen treten in ganz ähnlichen Stellungen auf, wie die Blühknöspchen der Farne, nämlich auf der Fläche und am Rande kopfförmig gehäufter

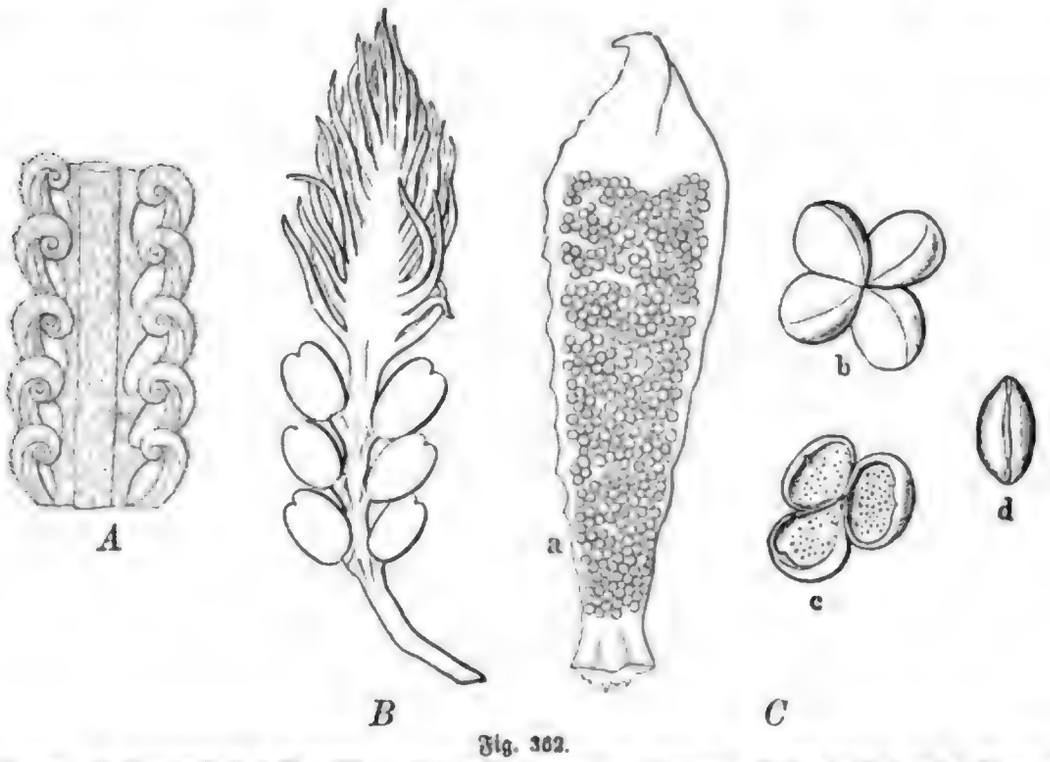


Fig. 362.

Cycas. A Unentwickeltes Wedelstück mit spiralig eingerollten Fiedern. B Fruchtblatt mit 6 Samenanlagen, 1/3 bis 1/8 natürl. Größe. C Staubblatt in natürl. Größe von unten, b vier zu einem „Sorus" vereinigte geschlossene Pollensäcke, c drei geöffnete, d ein Pollenkorn.

Wedelfiedern (Fig. 362), so daß man sogleich an Farnkräuter erinnert wird. Das Merkwürdigste ist nun aber der Befruchtungsvorgang, bei welchem das Pollenkorn nicht, wie bei den höheren Pflanzen, zu einem Pollenschlauch

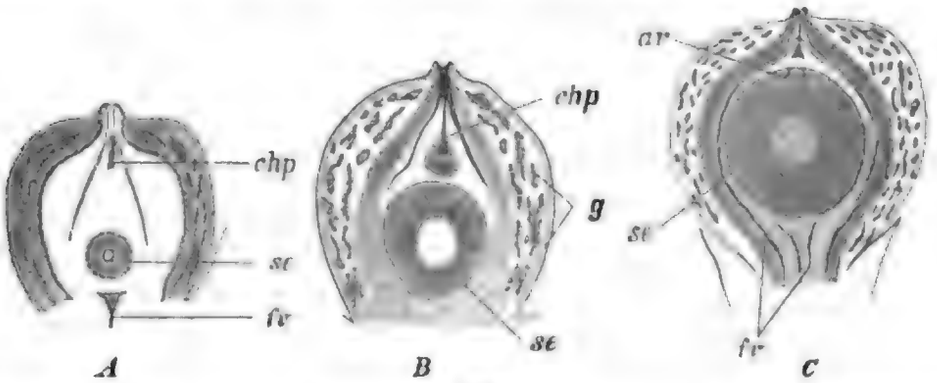


Fig. 363.

Längsschnitte durch wenig vergrößerte Samen-Anlagen von Cycas circinalis in 3 verschiedenen Altersstadien. se Keimsack, der bei B bereits zum größeren Theile, bei C ganz mit Eiweiß (Endosperm) gefüllt ist. ar Archegonium, chp Pollenkammer am Gipfel des Eikerns, fr Bastbündel, g Gummigänge. Nach Warming.

auswächst, der direkt in das Ei eindringt, sondern, wie die japanischen Botaniker Ikeno und Hirase (1897) entdeckt haben, zunächst in der Pollen-

kammer (Fig. 363 ehp) eine Art männlichen Vorkeims ausbildet, der in einiger Entfernung vom Eingange des Eis bleibt und in zweien seiner Zellen zwei richtige, spiralförmig gewundene und gewimperte Samenfäden (Spermatozoiden) ausbildet, die in einem Tropfen Wasser, welcher sich in der Pollenkammer abscheidet, ihren Weg fortsetzen. Der schöne Grenzzaun, den man früher zwischen Kryptogamen und Phanerogamen errichtet hatte, indem man die ersteren als Zoidiogamae, d. h. Pflanzen, die wie die Thiere durch „Samenthierchen" befruchtet werden, den letzteren (Siphonogamae oder Schlauchpflanzen) gegenüberstellen wollte, wird also in diesen Uebergangsformen einfach umgeworfen. Die Samen erhalten harte, wie alle Theile dieser Pflanzen von Gummigängen durchsetzte Samenschalen und werden oft ziemlich groß, pflaumenähnlich, da über der harten Kernschale eine fleischige liegt. Bei manchen Cycadeen (Ceratozamia) ist der Keim, wenn sich die reifen Samen vom Fruchtblatt lösen, noch äußerst unentwickelt, und entwickelt sich erst nach der Aussaat beim Keimen, ein Verhalten, was in ähnlicher Weise, wie es scheint, auch bei den Cordaïtaceen-Samen des Steinkohlenwaldes (vgl. Seite 500) aufgetreten war.

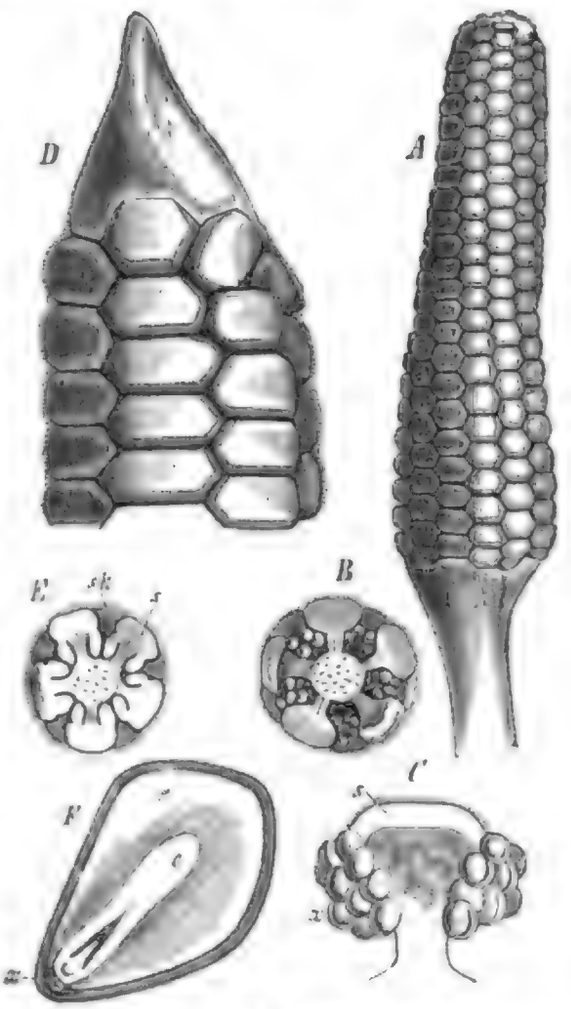


Fig. 364.

Blüthenstände eines lebenden Palmenfarns (Zamia muricata). Nach Karsten. A Männlicher Blüthenstand in natürlicher Größe. B Querschnitt desselben. C Staubblatt mit den Pollensäcken (x) und dem schildförmigen Träger (s). D Spitze eines weiblichen Blüthenstandes in natürlicher Größe. E Querschnitt desselben, s Die schildförmigen Träger der Samenknospen (sk). F Reifer Same im Längsschnitt.

Andere Gattungen, wie **Zamia** (Fig. 364), von der schon in der jüngeren Steinkohlenzeit Vorgänger (Zamites-Arten) vorhanden waren, weisen Blüthenstände auf, die mehr an diejenigen von Schafthalmen und Coniferen erinnern. Manche hierhergezogene fossilen Blüthenstände, wie z. B. die von **Bennetites** und **Williamsonia** berühren ganz fremdartig, so daß man sie in die Nähe der Balanophoreen stellen wollte. Bei andern bis in das Karbon zurückreichenden Arten, wie den Nöggerathien, schwanken die Meinungen, ob man sie schon mit Recht zu den Coniferen oder Cycadeen oder nicht doch lieber noch zu den Farnkräutern rechnen soll. Die baum-

Kelch, Krone, Staubgefäße und Stempel in der Blüte. Eine Blüte, welche alle diese Teile enthält, heißt vollständig, eine solche, welche einzelne Teile nicht hat, unvollständig.

Figur 1. Vollständige Blüte der Kornblume. Kelch, Krone, Staubgefäße und Stempel.

Die äußerste Hülle heißt Kelch, sie besteht aus einzelnen Blättern, den Kelchblättern, welche grün sind und meist zusammenhängen. Die Kelchblätter sind oft behaart, manchmal stachelig, wie bei der Distel, oder mit Drüsen versehen, wie bei der Pechnelke. Sie schützen die Blüte, solange sie noch in der Knospe steht, und sind auch noch nachher, wenn die Blüte sich geöffnet hat, vorhanden. Bei manchen Blumen fallen sie aber bald ab, wie bei der Mohnblume.

Figur 2. Kelch der Pechnelke mit Drüsenhaaren.

Die zweite Hülle heißt Krone, sie besteht aus einzelnen Blättern, den Kronblättern, welche meist bunt gefärbt sind. Sie sind zarter als die Kelchblätter und fallen bald ab, wie bei der Mohnblume. Sie sind auch nicht behaart, sondern glatt. Sie haben den Zweck, Insekten anzulocken, damit diese den Honig aufsuchen und dabei den Blütenstaub auf den Stempel übertragen. Die Kronblätter sind oft mit Saftmalen versehen, das sind Linien, Punkte oder Flecken, welche den Insekten den Weg zum Honig zeigen.

Figur 3. Krone der Mohnblume mit Saftmalen.

Innerhalb der Krone stehen die Staubgefäße. Sie bestehen aus einem Faden und einem Staubbeutel. Der Staubbeutel enthält in seinem Innern den Blütenstaub, welcher zur Befruchtung des Stempels

burien, näheren Verwandten unſres Eibenbaumes (Taxus) gehören. Sie verrathen aber dieſe Verwandtſchaft nur in der Blüthen- und Fruchtbildung, denn ſie beſitzen keine Nadeln, ſondern breite, meiſt getheilte, lebhaft grüne Blätter, ſo daß man ſie farnblättrige Nadelhölzer oder Coniferen nennen möchte, wenn darin nicht lauter Widerſprüche lägen. Man theilt dieſe größte Archiſpermen-Klaſſe, deren Arten ſich durch den Reichthum an Harz auszeichnen, gewöhnlich in zwei Ordnungen ein, in Taxoideen mit nur wenigen Samen-Anlagen in den weiblichen Blüthenſtänden und in Pinoideen mit echten Zapfen und vielen Eianlagen darin. Von den erſteren ſind nun die Salisburien die älteſten: ſeltſame den Laubbäumen in der äußeren Tracht gleichende Bäume, welche in der Primär- und Sekundär-Zeit die damals noch gänzlich fehlenden Laubhölzer phyſiognomiſch erſetzten. Eine einzige Art dieſes ſehr ſonderbaren Typus hat ſich noch in Oſtaſien am Leben erhalten und auch dieſe nur unter der Pflege des Menſchen, der ſie dort in den Tempelhainen pflegt und vermehrt, und das war für unſer Verſtändniß mancher foſſiler Arten ein rechter Glücksfall, denn wir hätten dieſe ſeltſamen foſſilen Geſellen ihrer Sippſchaft ſonſt ſchwerlich richtig untergebracht. Es iſt der ſogenannte „Vierzig-Thaler"-Baum unſerer Parke, ſo getauft nach dem Preiſe, den man für die erſten nach Europa gebrachten Stämme zahlte, der Ginkgo der Heimathländer (Fig. 367), bei dem man vor Kurzem die überraſchende Entdeckung gemacht, daß er ebenſo wie die Cycadeen (vgl. S. 502) noch bewegliche männliche Samenfäden erzeugt, ſich alſo nicht blos im äußern Habitus, ſondern auch im innerſten Leben den Farnen anſchließt, obwohl die männlichen Kätzchen faſt an die unſerer Pappeln und Haſelnüſſe erinnern, während die weibliche Blüthe derjenigen einer echten Eibe gleicht. Blätter und Blüthentheile naher Verwandten hat man in juraſſiſchen Süßwaſſerbildungen des obern Amurgebietes und anderer Gegenden gefunden, ſo daß anzunehmen iſt, ſie hätten die Ufer der damaligen Landſeen beſchattet, und ihre Blätter und zarten Blüthenkätzchen ſeien dort hineingeſchwemmt worden.

Fig. 367.
Ginkgo biloba (Salisburia adiantifolia). 1 Zweigſpitze mit weiblichen Blüthen in halber Größe. 2 Männliches Kätzchen.

Die hierher gehörigen fossilen Gattungen Baiera, Gingkophyllum und A. waren wahrscheinlich, wie der noch lebende Gingko, hohe Bäume, deren an den verkürzten Aesten (Kurztrieben) zusammengedrängtes, lichtgrünes Laub ähnliche Kronenbildungen wie unsere, damals noch fehlenden Laubhölzer darboten. Bei einigen (Fig. 368) war das Laub so vollständig farnartig, daß man dasselbe, ehe man Blüthentheile und Früchte gefunden, Farnkräutern zutheilte, wie es denn namentlich unter den Schizäaceen genau entsprechende Wedelbildungen giebt. Die heute auf eine einzige lebende Gattung beschränkte Gruppe läßt sich in den Gattungen Dadoxylon, Baiera, Trichopitys und Dieranophyllum bis zur Steinkohlenzeit zurückverfolgen, gehört somit zu den ältesten Nadelholz-Vettern, die wir kennen.

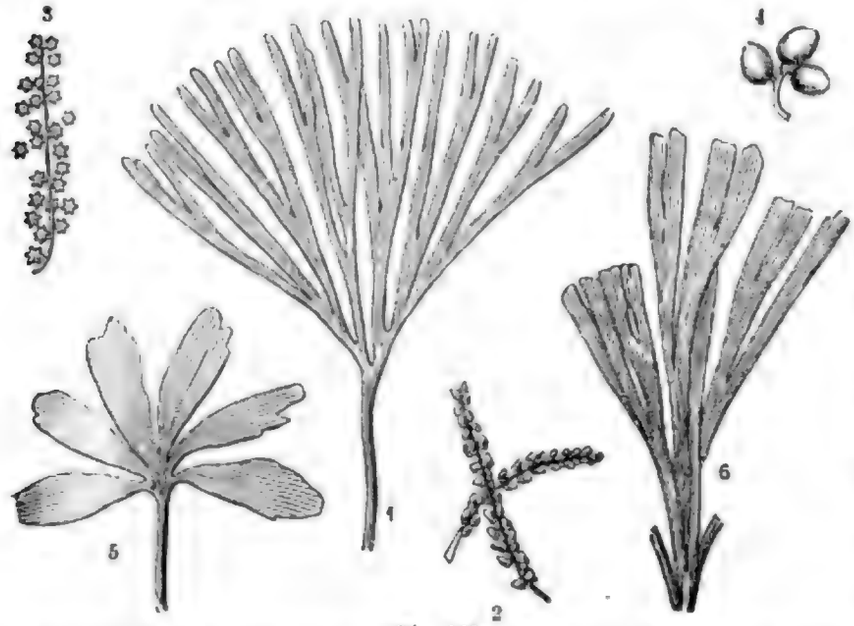


Fig. 368.

Aeltere Vertreter des Eibengeschlechts. 1—4 Baiera Münsteriana Heer (Jura). 1 Blatt. 2 Männliche Kätzchen. 3 Dieselben nach dem Ausfallen der Antheren. 4 Früchte. 5 Ginkgo pluripartita Heer (Wealden). 6 Ginkgophyllum Grasseti Sap. aus den permischen Lichten von Lodève.

Die Nadelhölzer im strengeren Sinne des Wortes schließen sich physiognomisch den Bärlapparten oder Lycopodiaceen, die, in der Steinkohlenzeit hohe Bäume bildeten, näher als den Farnen an. Der zu dem ältesten Coniferen-Geschlechte gehörige, von den Engländern wegen seiner mit dicken Stachelblättern in Schraubenlinien besetzten Aeste sogenannte Affenverdrußbaum (Araucaria imbricata) gleicht völlig einem baumartigen Bärlappgewächs. Andererseits sind einige der kleinen Bärlappe unserer Wälder, die freilich am Boden hinkriechen, ihrer Tracht nach kaum zu unterscheiden von den mit angedrückten Schuppen bedeckten Aesten mancher Cypressen-Arten und selbst einem namhaften Botaniker konnte es zustoßen, daß er eine Cypressen-Art Sumatra's für ein baumartiges Lycopodium ansah. Ueberhaupt wird uns der Typus unserer Nadelhölzer am verständlichsten werden, wenn wir in ihm die Anklänge an die Schafthalm-Form, in der quirlförmigen Astbildung und Kätzchen- sowie Zapfenform der Blüthen (vergl. Fig. 369 A.B.) und an die Lycopodium-Form in der dichten Schuppen- oder Nadelbeblätterung beachten, nur daß sie unter ihren Zapfenschuppen nicht Blühknöspchen, die erst auf der Erde

keimen, sondern gleich wirkliche Blüthen entwickeln. Wir können die fossilen Mittelglieder zwischen den baumartigen Bärlappen oder Schafthalmen und ältesten Nadelhölzer nicht genau genug unterscheiden, wahrscheinlich gehörten manche, die bisher theils als Schafthalme, theils als Bärlappe, theils als Nadelhölzer beschriebenen älteren Formen zu diesen Uebergangsgliedern (vergl. S. 490). Die Unterscheidung ist nicht leicht, denn bei einer sorgsamen Vergleichung zeigt sich, daß bei den Blüthen der Nadelhölzer und aller Ursamenpflanzen sogar noch dieselben Bezeichnungen angewendet werden können, wie bei den Kryptogamen. Die nunmehr als Pollensäckchen bezeichneten Microsporangien stehen an der äußern Basis schildförmiger Blätter (Fig. 364 C, 369 B), die zu einem ährenförmigen Blüthenstande wie bei den Schafthalmen vereinigt sind (A in beiden Figuren). Die von den Pollensäckchen entleerten Pollenkörner verdienen noch den Namen Microsporen, da sie nicht wie die Pollenkörner der höhern Pflanzen einzellig sind, sondern sich zu drei bis vier Zellen gliedern, die einem rudimentären Prothallium entsprechen. Die Macrosporangien oder weiblichen Blüthen stehen entweder einzeln, wie beim Taxus (Fig. 369 C D E), oder ihrer viele sind zu einem Zapfen vereinigt. Der keimenden Macrospore mit dem Archegonium (Fig. 353 B) entspricht der Knospenkern (nucellus) der Archispermen mit einem oder mehreren Embryosäcken (Archegonien Fig. 370 e), allein nunmehr sind es nicht mehr selbstbewegliche Samenfäden, welche im Wasser schwimmend, die Befruchtung des weiblichen Organs vollziehen, sondern an deren Stelle sind staubförmige Pollenkörner (p) getreten, die der Wind auf die weiblichen Blüthen führt. Dort treiben sie Schläuche (r), die bis zu den Samenanlagen hinabsteigen und sie auf der Pflanze selbst befruchten. Damit ist nahezu die Form erreicht, in welcher dieser Vorgang bei allen später erschienenen Pflanzen auftritt; das junge, in dem weiblichen Organe entstandene Pflänzchen wächst vorläufig nur bis zu einem gewissen Grade aus und tritt dann in den Zustand der Samen-Ruhe, welchen die Natur bis dahin nicht gekannt hatte. Denn wie wir oben sahen, wächst bei den Moosen, Farnen, Bärlappen, Schafthalmen u. s. w. die junge Pflanze als Mooskapsel, Farnwedel u. s. w. sogleich aus der Blüthe ununterbrochen weiter; die Ruheperiode gehörte ehe-

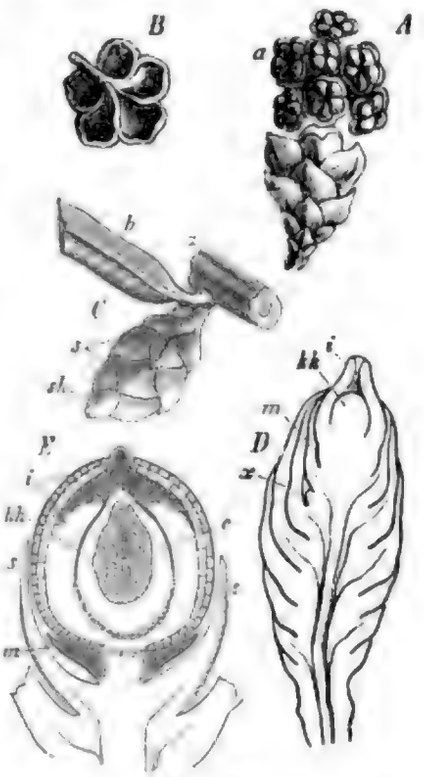


Fig. 362.
Taxus baccata. A Männliche Blüthe (vergrößert), a Pollensäcke. B Dieselben geleert. C Laubsproß mit weiblicher Blüthe. s Schuppenhülle, sk Samenknospe D und E Längsdurchschnitte der Samenknospe vor der Befruchtung, i Hülle, kk Kern der Samenknospe, s Deckblätter, x Nebenknöspchen. (Nach J. Sachs.)

Fig. 1. Ansicht des Schädels von oben. Nat. Größe.

Fig. 2. Ansicht des Schädels von der Seite. Nat. Größe.

Fig. 3. Ansicht des Schädels von vorn. Nat. Größe.

Fig. 4. Ansicht des Schädels von hinten. Nat. Größe.

zunehmen. Sie zeichnet ſich dadurch aus, daß ſie gleichzeitig zweierlei ganz verſchiedene Nadeln an ihren Zweigen trägt. Man wird dadurch an die Metamorphoſe erinnert, welche die lebenden Cupreſſinen unſerer Parke als

Fig. 371.
Voltzia heterophylla aus der Trias. Reſtaurirt nach Schimper.

Seitenſtück zur Metamorphoſe der Thiere durchmachen. In der Jugend zeigen ſie nämlich faſt alle, mögen ſie nachher ausſehen, wie ſie wollen, in einem dreigliederigen Quirl ſtehende Nadeln. Dieſe Nadeln erhalten ſich bei den echten Wachholder-Arten dauernd, bei den Sabina-Arten hin-

gegen verschwinden sie bald und machen anliegenden Schuppen Platz. Bei den aus Samen gezogenen eigentlichen Cypressen und Lebensbäumen (Fig. 372) verlieren sich die Nadeln, welche offenbar einen Ahnen-Charakter darstellen, noch schneller, doch kommt es ausnahmsweise auch vor, daß z. B. der abgebildete, in unseren Parken häufige, amerikanische Lebensbaum das Nadelgewand seiner Ahnen durch eine Art Atavismus zeitlebens behält, und ebenso alle von ihm genommenen Pfropfreiser, die dann häufig für ganz andere Cupressinen gehalten werden. Eine ähnliche Metamorphose hat sich bei verschiedenen Nadelhölzern aller Unterfamilien dadurch vollzogen, daß die ursprünglich in dichten Spiralen rings um die Aeste stehenden Nadeln sich zweireihig angeordnet haben, wie bei unserer Fichte oder Rothtanne, um das Licht besser aufzufangen. Im weitern Verfolg dieser Erscheinung sind von den zahlreicheren Reihen, welche die Nadeln ursprünglich rings um die Aeste bildeten, häufig alle, bis auf zwei Reihen verkümmert und endlich verschwunden, so daß diese beiden sich fiederartig nach zwei Seiten horizontal ausbreiten, wie bei Taxus, Taxodium u. A. Bei verschiedenen ausgestorbenen Formen ist dieser Vorgang auf verschiedenen Stufen zu verfolgen; die abortirenden Reihen sind, wenn auch in verkümmerter Ausbildung, noch zwischen den beiden vollauswachsenden Nadelreihen erhalten.

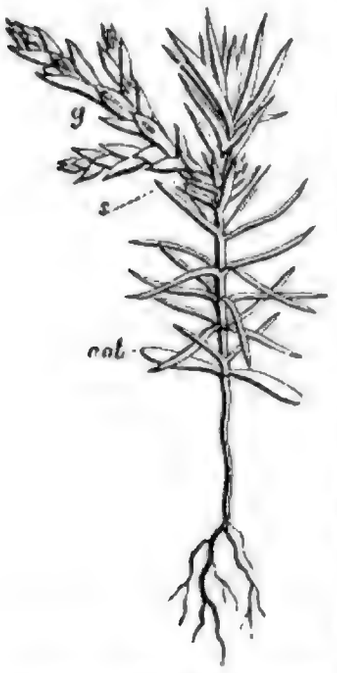


Fig. 372.
Keimpflanze des Lebensbaums (Thuja occidentalis). Der von dem Blatte s gestützte Schuppenzweig entspringt plötzlich dem jungen Nadelstamme, cot Keimblätter.

Erst in der Kreidezeit erschienen diejenigen Nadelhölzer, an welche wir zuerst bei diesem Namen denken, nämlich die Abietinen (Kiefern, Cedern, Fichten, Tannen, Lärchen u. s. w.), welche durch längere Nadeln und hängende Samenanlagen ausgezeichnet sind. Mit dem Beginn der Tertiärzeit übertrafen sie die Cypressen an Artzahl, und heute haben sie, namentlich in den gemäßigten Zonen, vollends das Uebergewicht erlangt. Während aus den älteren Epochen eine große Anzahl von Araucarien im fossilen Zustande erhalten ist, leben deren nur noch sechs Arten; von der naheſtehenden Sequoja-Gruppe, der die nordamerikanische Riesenceder (Sequoja oder Wellingtonia) angehört, kennt man gegen siebzig fossile Arten aus Europa, wo heute keine einzige mehr vorhanden ist. Die letzte europäische Art, Sequoja Langsdorffi, welche von der noch lebenden S. sempervirens Amerika's vielleicht gar nicht oder sehr wenig verschieden war, bildete in der Miocänzeit noch große Wälder. Umgekehrt waren kurz vor Beginn der Tertiärzeit die heute herrschenden Abietinen sehr selten und beispielsweise gab es statt des heute gegen hundert Arten umfassenden Geschlechts der Kiefer (Pinus-Arten) zu einer gewissen Epoche der Vorzeit nur eine einzige

Art dieſes Geſchlechts, die man wegen ihrer Aehnlichkeit mit der amerikaniſchen Weymouthskiefer als Pinus Palaeo-Strobus bezeichnet hat. Von ihr laſſen ſich, wie C. von Ettingshauſen in neuerer Zeit gezeigt hat, die ſämmtlichen heute lebenden Kiefern in zwei Hauptreihen ableiten, von denen die eine diejenigen Kiefern umfaßt, welche ſtets zwei Nadeln in derſelben Scheide enthalten, die andre diejenigen mit drei bis fünf Nadeln. Die erſtere Reihe führt durch P. Palaeo-Laricio und P. hepios einerſeits auf die Schwarzkiefer (P. Laricio) mit ihren Abarten und andererſeits auf die gemeine Kiefer (P. sylvestris) und Krummholzkiefer (P. Pumilio), welche alſo verhältnißmäßig junge Formen ſind. Von der andern Reihe, die mit P. Prae-Cembra beginnt, ſtammen die Weimouthskiefer (P. Strobus) und Weihrauchskiefer (P. Taeda) Amerika's einerſeits und die Zirbelkiefer (P. Cembra) unſerer Gebirge andrerſeits ab. Wir haben dieſes Beiſpiel eines in allen ſeinen Uebergängen verfolgten Stammbaums von einem heute weitverbreiteten Baumgeſchlechte anführen wollen, als einziges Beiſpiel von den vielen Fällen, in denen man die Abſtammung unſerer Waldbäume bis in den Anfang der Tertiärzeit verfolgen konnte, zu deren Darlegung uns aber hier der Raum fehlen würde. Ebenſo wie die Kiefern, haben ſich die in der Vorzeit nur in ein bis zwei Arten vertretenen Geſchlechter der Fichten, Tannen, Schierlingstannen (Tsuga) und Lärchen vermehrt, während die Cupreſſinen ſich ſehr vermindert haben und in Europa bis auf zwei bis drei Arten ausgeſtorben ſind.

In der Einfachheit der Blüthen- und Samenbildung ſchließt ſich unmittelbar an die Palmenfarne und Nadelhölzer eine dritte Familie an, die der Meningo's oder Gnetaceen, intereſſant dadurch, weil ſie einen Uebergang von den Urſamenpflanzen zu unſren Kätzchen-Bäumen und -Sträuchern darzuſtellen ſcheint. Es iſt natürlich eine uralte Familie, die aber heute bis auf drei bekannte Gattungen Gnetum, Ephedra und Welwitschia ausgeſtorben iſt. Die beiden erſten Gattungen enthalten Bäume und Sträucher mit gegliederten Aeſten, kleinen, zum Theil ſchuppenartigen Blättern und unſcheinbaren Blüthen. Von dem in Europa vorkommenden Meerträubchen (Ephedra), welches in ſeiner Tracht lebhaft an Schafthalme erinnert, kennt man einige foſſile Arten der Sekundärzeit und in Stephanocarpus und Gnetopsis glaubt Renault ſogar Gnetaceen der Steinkohlenzeit nachgewieſen zu haben. Eine höchſt abenteuerliche Geſtalt zeigt der hierhergehörige Tumbo (Welwitschia mirabilis) Südweſt-Afrikas (Fig. 373), welcher einen bis zwei Fuß langen Stamm keilförmig in die Erde treibt. Der nur wenige Zoll über die Oberfläche emporragende Kopftheil bildet dicke, runde Platten bis zu vierzehn Fuß Umfang, die in der Regel durch einen Querſpalt tief in zwei Hälften getheilt werden, an denen je ein zwölf bis achtzehn Fuß langes, hartes, bandartiges Blatt ſitzt. Dieſe beiden, oft bis an den Stamm geſpaltenen und zerſchlitzten Blätter ſind die einzigen, welche dieſes Gewächs in ſeinem vielleicht hundertjährigen Leben treibt. Dagegen

Les Plaques, avec leurs bords, vues de face et de profil, et
Bord, vu en dehors avec quelques dents, et vu par profil.

Keimungsstelle finden. So erscheint sie nun in ihrer grotesken zweiblättrigen Gestalt, wie ein vergrößerter Urtypus jener Hauptabtheilung des Pflanzenreichs, die wir als die Zweiblattkeimer (Dikotylen) bezeichnen.

Wir müssen hier eine allgemeine Umschau einschalten. Während die Landschaftsphysiognomie noch während der ganzen Sekundärzeit durch Farne, Palmenfarne und Nadelhölzer bestimmt blieb, hatten sich längst neue Fortschritte im grünen Reiche geltend gemacht, welche sich einestheils auf die Ausbildung des Laubes, andererseits auf die der Blüthen erstreckten. Es gab noch keine eigentlichen Blumen; die weiblichen und männlichen Organe boten sich ohne farbenprächtige Hülle den Winden dar, die den Staub der männlichen auf die weiblichen Blüthen führten. Bei der neuen Zeit und Periode der Pflanzen handelt es sich nicht mehr um so tiefgehende Umwandlungen, wie diejenigen waren, welche die Sporenpflanze in eine Samenpflanze umschufen, sondern fast nur noch um eine Sicherung des Fortpflanzungsgeschäfts durch die verschiedensten Mittel und Wege und alle künftige Fortbildung knüpft deshalb an die Blüthe, den Schmuck der höheren Pflanze an. Die Pflanzen-Fortschritte halten keinen Vergleich mit denen des Thieres aus, bei welchen Sinnes-, Denk- und Fortbewegungsorgane der Verbesserung eine weite Bahn eröffneten, aber dafür auch eine größere Vielgestaltigkeit erzeugten, welche die Feststellung der hauptsächlichsten Entwicklungslinien des Thierreiches viel leichter erscheinen lassen, als die des Pflanzenreiches mit seiner bei allem Reichthum der Formen hindurchblickenden Einförmigkeit der Lebensweise.

Ohne Zweifel hat es neben Palmenfarnen, Nadelhölzern und Gnetaceen in der Primärzeit noch manche andern, jetzt ausgestorbenen Ursamenpflanzen gegeben, die ebenso unmittelbar und nahe, wie jene an die Farngewächse anknüpften, aber zukunftsreichere Sprossen des grünen Reiches darstellten. Wir können nichts weiter als den Weg und die allgemeinen Umrisse andeuten, welche ihre Vervollkommnung genommen hat. Wie die Pilze aus Wassergewächsen (Algen) entstanden sind, die sich allmälig in Luftgewächse umgewandelt haben, und statt ihrer für die Wasserverbreitung geeigneten in Kapseln und Schläuchen eingeschlossenen Sporen, Luftsporen (Conidien) für Windverbreitung erlangten, so wandelten sich die Mikrosporangien, die noch bei einigen wenigen heute lebenden Cykadeen und Coniferen für die Wasserbefruchtung geeignete Spermatozoiden erzeugen, in Windpollen um, der einfache Schläuche in das Ei der Pflanzen treibt, auf deren Narbe er durch Wind oder andere äußere Gewalten gelangt. Die Hauptumwandlung aber betrifft die Fruchtanlage.

Vergleicht man die Gruppe der Ursamenpflanzen (Archispermae), von denen bisher gesprochen wurde, mit den ohne Zweifel aus ihnen hervorgegangenen und heute in ungeheurer Mehrzahl vorhandenen echten Samenpflanzen (Metaspermae), so tritt uns als der allgemeinste und wichtigste Fortschritt die Beschützung der bei den Ursamenpflanzen den äußern Un-

bilden und Gefahren sehr ausgesetzten Samen-Anlagen oder Eichen entgegen. Wir sehen sie zunächst (vergl. Fig. 359) ganz offen, nur von einigen lose darum stehenden Hüllblättern bedeckt, allen von außen andringenden Schädlichkeiten preisgegeben. Bei den höhern Pflanzen verwachsen dagegen stets ein- oder mehrere, zur Seite oder rings um die Samenanlagen stehenden Fruchtblätter (Carpelle) zu einer über dieselben geschlossenen Kuppel, mit einer kleinen halb verschlossenen Eingangsöffnung (Narbe) am Gipfel, die sich häufig zu einem engen Schlot (Griffel oder Pistill) verlängert, durch dessen weiches Gewebe nunmehr die befruchtenden Schläuche, zu denen die auf die Narbe gelangten Pollenkörner auswachsen, hindurchdringen müssen, um die Samen-Anlagen oder Eichen zu befruchten. Man nennt diese schützende Hülle den Fruchtknoten und unterschied nach seinem Vorhandensein die höhern Pflanzen als Bedecktsamige (Angiospermae) von den nacktsamigen Archispermen (Gymnospermae). Den materiellen Vortheil, welchen diese Einschließung der jungen Samen-Anlagen in einem Fruchtknoten mit sich brachte, erklärt Wilson durch den damit herbeigeführten Schutz der zartesten, empfindlichsten und wichtigsten Theile der Pflanze gegen Wetterunbill, Brandpilze und andre Krankheitskeime, welche sie bedrohen. Indem die Pflanze die zarten Samen-Anlagen durch eine Hülle, welche nur filtrirte Luft einließ, von der Außenwelt vollständig abschloß, führte sie eine sanitäre Maßregel ein, deren Nutzen uns die neueren Bakterien-Forschungen verständlicher gemacht haben. Der Abschluß gegen mikroskopische Keime ist so vollkommen, daß selbst die Pollenkörner gezwungen werden, ihre Schläuche durch ein oft sehr langes saftiges Gewebe hindurchzutreiben, um zum Ei zu gelangen. Der Fortschritt ist also hier ein offenbarer.

Wenn wir nun auch die höhern Pflanzen, die man als eigentliche Samenpflanzen (Metaspermae) bezeichnet, den Ursamenpflanzen als eine in der Fruchtbildung wesentlich fortgeschrittene, einheitliche Gesammtgruppe gegenüberstellen, so müssen wir in ihnen doch von Anfang an wenigstens zwei Hauptstämme und Entwicklungsrichtungen auseinanderhalten, die sich seit dem ältesten Auftreten zeigten, und unverwischt erhalten haben, so daß man annehmen muß, sie verdankten den ganz verschiedenen Habitus und Bau ihrer Angehörigen einem von Anbeginn verschiedenen Blute und einer altererbten Stammverschiedenheit. Grade wie wir bei Menschen und Hausthieren auf den ersten Blick verschiedene Rassen unterscheiden und nur in den seltensten Fällen über die Abstammung in Zweifel bleiben, so unterscheidet der nur einigermaßen in die Pflanzenkunde Eingeweihte auf Feld und Wiese sofort die Pflanzen des eines Stammes von denen des andern, so verschieden auch sonst ihre Entwicklungsstufe sein mag. Man trennt sie nach ihrer Keimung in solche, die mit einem, meist scheidenartig die Spitze des Sprosses umhüllenden Blatte (Cotyledon) hervorkeimen (Einblattkeimer oder Monokotylen) und solche, mit zwei gegenüberstehenden Keimblättern, wie die jungen Erbsen und Bohnen (Zweiblattkeimer oder Dikotylen).

Es erfolgt dann die eigentliche Arbeit, das Zerkleinern der Lumpen. Dieses geschieht in Stampfwerken, Kollergängen oder Holländern. Bei allen drei Arten handelt es sich darum, die Lumpen zu einem Brei zu zerfasern, der dann in Wasser aufgeschwemmt wird. Die Stampfwerke sind die ältesten Einrichtungen. Sie bestehen aus einem Trog, in dem mehrere Stempel auf und nieder gehen. Diese werden durch Wasserkraft bewegt. Die Kollergänge sind ähnlich eingerichtet wie Mahlgänge, nur daß an Stelle der Steine eiserne Walzen treten, die auf einer eisernen Bahn laufen. Die Holländer sind ovale Bottiche, in denen eine Walze mit Messern rotiert. Diese Messer zerfasern die Lumpen. Die Holländer sind die neuesten Einrichtungen und haben sich am besten bewährt. Sie werden in Deutschland fast ausschließlich verwendet. Ihre Einrichtung ist aus nebenstehender Figur ersichtlich.

Holländer.

Nachdem die Lumpen zerfasert sind, werden sie in Bottichen mit Wasser aufgeschwemmt und in diesem Zustande in die Papiermaschine gebracht. Hier werden sie auf einem Drahtsieb ausgebreitet, wobei das Wasser durch das Sieb abfließt. Die Fasern verfilzen sich miteinander und bilden eine Papierbahn, die durch Walzen gepreßt und getrocknet wird. Die Papiermaschine ist eine der kompliziertesten Maschinen, die es gibt. Sie besteht aus einer Reihe von Walzen, die alle durch Dampfkraft bewegt werden. Die Papierbahn wird auf einer Rolle aufgewickelt, die am Ende der Maschine steht. Diese Rolle wird dann in Bogen geschnitten und verpackt.

Die Papiermaschine ist eine deutsche Erfindung. Sie wurde 1799 von Friedrich Gottlob Keller in Hainichen in Sachsen erfunden. Keller war ein armer Weber, der sich mit dem Gedanken trug, eine Maschine zu erfinden, die das Papier schneller herstellen könnte als die Handarbeit. Er baute ein Modell, das aber nicht funktionierte. Er verkaufte es an einen Kaufmann, der es nach England brachte. Dort wurde es von den Brüdern Fourdrinier verbessert und in Betrieb gesetzt. Keller selbst ging leer aus. Er starb 1840 in Armut.

Die Papiermaschine hat die Papierherstellung revolutioniert. Sie hat es ermöglicht, daß heute so viel Papier hergestellt wird, wie man braucht. Früher war Papier ein Luxusartikel, heute ist es ein Massenartikel. Die Papiermaschine hat auch dazu beigetragen, daß die Preise für Papier gesunken sind. Früher kostete ein Buch so viel wie ein Haus, heute kostet es nur noch wenige Mark.

Die Papiermaschine hat auch dazu beigetragen, daß die Qualität des Papiers besser geworden ist. Früher war das Papier oft ungleichmäßig und fleckig, heute ist es gleichmäßig und rein. Die Papiermaschine hat es ermöglicht, daß Papier in großen Mengen hergestellt werden kann, ohne daß die Qualität darunter leidet.

Die Papiermaschine hat auch dazu beigetragen, daß die Arbeit des Papiermachers leichter geworden ist. Früher mußte er jeden Bogen einzeln schöpfen, heute braucht er nur noch die Maschine zu bedienen. Die Papiermaschine hat es ermöglicht, daß Papier in großen Mengen hergestellt werden kann, ohne daß die Arbeit darunter leidet.

Die Papiermaschine hat auch dazu beigetragen, daß die Arbeit des Papiermachers leichter geworden ist. Früher mußte er jeden Bogen einzeln schöpfen, heute braucht er nur noch die Maschine zu bedienen. Die Papiermaschine hat es ermöglicht, daß Papier in großen Mengen hergestellt werden kann, ohne daß die Arbeit darunter leidet.

und könnte dann leicht die grasblättrigen Wasserfarne und Wasserbärlappe (Isoëtes) (Fig. 352) zur Stütze dieser Ansicht anrufen; dies würde zugleich die Erklärung geben, warum sich nur zwei große Hauptgruppen unter den Blüthenpflanzen unterscheiden lassen, da diese beiden Gegensätze des mütterlichen Bodens die einzigen einschneidenden sind, die sich denken lassen. Und wie Urlandpflanzen (wenn ich die Dikotylen einmal so nennen darf) bei der Anpassung ans Wasserleben häufig parallelnervig werden, so könnten sich die vereinzelten Fälle netzadriger „Urwasserpflanzen" dadurch erklären, daß die betreffenden ihr gestaltendes Element schon zu lange ohne Rückkehr verlassen hätten. Das sind aber nichts als bloße Vermuthungen. Da die Einblattkeimer in der Geschichte der Erde etwas früher hervortreten, als die Zweiblattkeimer, letztere aber ihren Stamm reicher und weiter entwickelt haben, so hat man häufig die ersteren für eine niedrigere Stufe der Pflanzenwelt angesehen, aus welcher die zweite erst hervorgegangen sei. Diese Auffassung ist aber durchaus unannehmbar; in beiden Abtheilungen prägt vielmehr sich ein durchaus verschiedener Grund-Typus, der durch eine eigenartige Protoplasmamischung bedingt sein muß, aus. Die ältesten sicheren Einblattkeimer erscheinen bereits am Eingange der Sekundärzeit, während die Zweiblattkeimer sich erst gegen das Ende dieser ungeheuren Epoche (in der Kreidezeit) in größerer Zahl bemerkbar machten.

Der nächste Fortschritt in beiden Abtheilungen ist durch die Vollendung der Blüthe bezeichnet, an die überhaupt alle spätere Umbildung anknüpft. Die Zapfen, Kätzchen und Blüthenkolben der ersten bedecktsamigen Pflanzen enthalten gewissermaßen erst die Anfänge und Elemente dessen, was wir gewöhnlich unter einer Blüthe verstehen. Diese Elemente, nämlich der die Samen-Anlagen unter einem Schutzdache und oft in getrennten Kammern bergende Fruchtknoten und die bis dahin gesonderte Staaten bildenden Staubfäden erscheinen künftig zu einer Zwitterblüthe vereinigt, in welcher das Frauenhaus fortan unabänderlich den Ehrenplatz der Mitte einnimmt, während die ihm huldigenden Männchen einen Kreis um jenes schließen. Im Vergleiche zu den Thieren erscheint das allerdings wie ein Rückschritt, denn bei diesen vertheilen sich, dem Gesetze der Arbeitstheilung entsprechend, bei den meisten höherstehenden Formen die Geschlechter auf verschiedene Personen. Es braucht freilich, was für das freibewegliche Thier gilt, nicht im gleichen Maße für die gefesselte Pflanze zu gelten, allein auch hier herrschen bedeutsame Aehnlichkeiten. Die Selbstbefruchtung scheint sich nämlich im Pflanzenreiche, nachdem es dem leichter vermittelnden Elemente des Wassers entwachsen war, zuerst nur als Nothbehelf eingeführt zu haben, (wie auch unter den Thieren festwachsende oder eingeschlossene Formen, wie z. B. Eingeweidethiere häufig Zwitter wurden), denn seitdem sich in der Insektenwelt zahlreiche Vermittler dem Befruchtungsgeschäfte der Pflanzenwelt gewidmet haben, tritt die Natur von dem Versuche der Selbstbestäubung, wie von einem Irrthume in der heutigen Pflanzenwelt mehr und mehr zurück.

Die einfachste Blüthe in ihrem fortan allgemein gültigen Typus, wie sie Goethe auf einer sogenannten Urpflanze suchte, würde aus der hüllenlosen Umstellung einer einfachen weiblichen Anlage mit Staubfäden bestehen. Blüthen in dieser ureinfachen Gestalt sind selten, denn der in der Natur vor Allem mächtige Kampf um die Erhaltung der Art schuf wohl bald eine einfache Hülle zum Schutz der Fortpflanzungswerkzeuge. Diese Hülle hat in der Regel so viel Theile oder Zipfel, wie Staubfäden in der Blüthe vorhanden sind, und bedeckt in der Knospe sämmtliche Theile auf das vollkommenste. Sie ist daher drei- oder sechstheilig bei den Einblattkeimern, fünf- (vier-) oder zehn- (acht-) theilig bei den Zweiblattkeimern. Diese einfache Hülle war anfangs häufig nur ein unscheinbarer, graugrüner Regenmantel, unter welchem die Blume noch kein farbenstrahlendes Hochzeitskleid trug; die ältesten Zwitterblüthen hatten wohl einen Kelch, aber keine Blumenblätter, und man nennt sie deshalb Blumenblattlose (Apetalae). Im Uebrigen wendet man diese Bezeichnung meist nur für die jeder Blumenhülle entbehrenden Kätzchenbäume (Amentaceen) an, bei denen die Blüthen meist getrennten Geschlechtes sind, während die mit einer einfachen Blumenhülle versehenen, meist zwitterblüthigen Pflanzen als Perigoniaten unterschieden werden. Doch gehen beide Klassen in einander über. Auch hier bestätigen die fossilen Funde vollkommen das Gesetz der allmäligen Entwicklung höherer Vollkommenheiten; in beiden Abtheilungen sehen wir zunächst Pflanzen mit solchen einfacheren, unscheinbareren Blüthen auftreten, ehe die farbenprächtigeren Blumen erscheinen, mit denen wir so gern unsere Wohnungen und unser Aeußeres schmücken.

Die Einblattkeimer haben es meistens nicht über eine einfache Blüthenhülle hinausgebracht, aber da die Blüthe das höchste Ziel der persönlichen Entwicklung in der Pflanzenwelt darstellt, sofern es zur Herausbildung einer geistigen Energie, welche die vegetativen Triebe unterordnen könnte, bei ihnen nicht kommt, so läuft alle weitere Vervollkommnung darauf hinaus, dieses Hochzeitshaus zu schmücken und es in jeder Beziehung zu einer anziehenden Erscheinung zu machen. Die Anziehung ist wörtlich zu nehmen, denn das treibende Element dieser Richtung, was zur Entwicklung auffallender Gestaltung und lebhafterer Färbung in den Blüthen drängte, war die Nützlichkeit des Insektenbesuches, durch welchen schönere Blüthen vor andern ausgezeichnet wurden. So entstanden unter den Einblattkeim-Pflanzen die Lilien, Tulpen, Hyacinthen und Crocus mit großen, lebhaft gefärbten, einfachen Hüllen. Sie gehören strenggenommen zu den blumenblattlosen Pflanzen (Apetalen), denn sie haben nur einen gefärbten Kelch, allein die Botaniker, auf die etwas von der „Liebenswürdigkeit" ihrer Wissenschaft übergegangen ist, hielten es für unhöflich, diese Zierden der Wälder und Auen als blumenlos zu bezeichnen und sprechen deshalb hier von einer Hülle, die zugleich Kelch und Blume vorstellt — wie sie denn oft außen grün und innen farbig erscheint — und nennen sie einfach

Blumenhülle (Perigon). Die Einblattkeimer sind nur in wenigen Fällen über diese einfache Hülle hinausgekommen, und dürfen insofern der andern viel formenreicheren Abtheilung gegenüber als ein frühvollendeter, seitdem nur wenig fortgeschrittener Zweig am Baum des Lebens betrachtet werden.

Man kann in dem Verharren dieser Pflanzen auf niederer Stufe eine Beziehung auf die klimatischen Verhältnisse der Vorwelt suchen. Baumfarne, Palmenfarne und baumartige Einblattkeimer, unter denen die Palmen und Pandanen die vornehmsten sind, erscheinen als jahreszeitlose Bäume, die kein dauerndes Sinken der Temperatur vertragen und keinen periodischen Laubwechsel haben. Daraufhin deutet die eigenthümliche Wachsthumart ihres Stammes, der sich nicht durch Jahresringe verdickt; sie sind mit einem Worte Kinder eines gleichmäßigen Klimas. Daß diese Pflanzen ehemals auch in unserem Norden gediehen, ersehen wir aus ihren begrabenen Resten. In der Tertiärperiode wuchsen in Mitteleuropa, wie wir auf unserer „Mitteleuropäischen Landschaft der Eocänzeit" sehen, der Dattelpalme ähnliche Wedelpalmen, und Fächerpalmen mit anderthalb Meter langen Fächerblättern (Fig. 375), wenn auch niedrigen Wuchses. Es gab eben damals einen so starken Temperaturwechsel, wie ihn unsre Jahreszeiten mit sich bringen, noch nicht und die mittlere Jahreswärme war bedeutend höher. Darum mußten in Ländern, wo ein starker Jahreszeiten-Temperaturwechsel, wie bei uns, eintrat, die baumartigen Farne und Monokotylen verschwinden. Auch die Nadelhölzer sind mit seltenen Ausnahmen, zu denen unsre Lärche gehört, ursprünglich jahreszeitlose Pflanzen, die ihre Nadeln in Perioden abwerfen, welche vom Erdumlauf um die Sonne wenig beeinflußt werden. Sie haben sich dem Wechsel angepaßt, wie die bei uns zahlreichen immergrünen Dikotyledonen der Tertiärzeit durch Abwerfen des Laubes (vgl. S. 175) dem einziehenden Winter Rechnung trugen.

Fig. 375.
Flabellaria Lamanonis Brong. Aus den eocänen Gypslagern von Aix.

Die ältesten Arten beider Abtheilungen der Blüthenpflanzen gehörten also zu denen, die wir ihrer unscheinbaren Blüthen wegen wohl als blumenlose bezeichnen, da wir unter Blume eine auffallende und mehr oder weniger farbenprächtige Blüthe verstehen. Zu ihnen zählen unter den Ein-

blattkeimern die Binsen, Schilfarten, Gräser und selbst die stolzen Palmen, unter den Zweiblattkeimern die Nesselgewächse, Myricaceen, Kätzchenbäume u. A., welche man unter dem Namen der Apetalen d. h. Blumenlosen zusammenfaßt. Dieselben haben mit ihren Vorgängern, den Nadelhölzern, Cycadeen und Gnetaceen, an die sie sich zum Theil nahe genug anschließen, den Zug gemein, daß ihre Pollenkörner vom Winde erfaßt und auf die Narben der Fruchtknoten geführt werden, die sich oft auf getrennten weiblichen Individuen befinden. Die bewegte Luft hatte also die Vermittler-Rolle übernommen, welche bei den niederen Pflanzen das bewegte Wasser spielt. Alle diese Pflanzen geben sich als Windblüthler sogleich zu erkennen, denn ihre Blüthen sind weder auffallend, noch bieten sie schöne Farben und Gerüche dar; die Natur schmückt und parfümirt sich nicht umsonst — für den Wind! Wie man an vielen unsrer Laubbäume sieht, hängen die männlichen Blüthenstände als sogenannte Kätzchen gern troddelförmig an dünnen Fäden aus dem Laubwerk heraus, um, von jedem Windstoß erfaßt, ihm ihren Pollen mitzugeben. Bei den zwittrigen Windblüthen unserer Gräser und Getreidearten (Fig. 376) hängen wenigstens die Staubbeutel an langen, dünnen Fäden weit aus den Aehren heraus, um sich dem Winde darzubieten. Die Narben der weiblichen Blüthen dagegen, welche die vom Winde fortgeführten Pollenkörner auffangen müssen, sind dementsprechend federförmig ausgebreitet, oder mit Fransen und klebriger Flüssigkeit versehen.

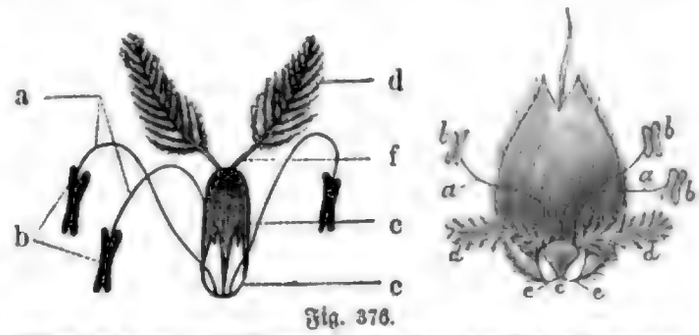


Fig. 376.

Blüten des gemeinen Rispengrases (Poa) und der Trespe (Bromus) um die Eigenschaften der Windblüten zu zeigen. a Staubfäden, b Staubbeutel, c Fruchtknoten, d Narben, f Griffel.

Diese blumenlosen Pflanzen (Apetalen) sind in Zeiten, wo noch kein Wettstreit mit blumentragenden Pflanzen zu bestehen war, in großer Ueberzahl vorhanden gewesen. In den Kreideschichten Dacota's beträgt ihre Zahl noch über sechzig Procent der gefundenen Dicotylen. Eichen, Birken, Erlen, Platanen, Ulmen und ähnliche Gewächse entwickelten damals einen großen Formenreichthum. Die Myricaceen, welche sich heute in Europa auf eine einzige Art beschränken, waren zahlreich und die verwandten farnblättrigen Comptonien-Arten, von denen heute nur noch eine amerikanische Art übrig ist, zählten ehemals in Europa allein nach Dutzenden. Die allmälige Verminderung der Windblüthler ist leicht zu verstehen. Da nur wenige Pollenkörner des vom Winde nach allen Richtungen verwehten Staubes weibliche Narben erreichen werden, so ist eine ungeheure Materialverschwendung nöthig, um den Befruchtungszweck einigermaßen zu erreichen, und der Boden der Nadelholzwaldungen liegt manchmal während der

Blüthezeit dick bestreut mit dem nutzlos vergeudeten Material, dessen Bildung sicher bedeutende Kräfte verschlingt. Weibliche Bäume, die fern von den männlichen aufgekeimt waren, liefen Gefahr, unfruchtbar zu bleiben, wie man dies häufig bei künstlich angepflanzten Palmen sieht, die der menschlichen Nachhilfe einer künstlichen Befruchtung bedürfen, wenn sie reichlich Frucht tragen sollen. Aus diesen Gründen mußten auch unter den Windblüthlern Zwitterblüthige, welche sich nöthigenfalls mit eigenem Staube befruchten können, wie z. B. die Gräser, die Oberhand gewinnen.

Indessen wurde dies bald anders, als unter den Insekten Thiere auftraten, welche die Uebertragung des fremden Blumenstaubes auf die Narbe gleichsam als Dank für dargebotene Beköstigung übernahmen, indem die theils klebrigen, theils mit rauher Oberfläche versehenen Pollenkörner an ihren Körper hafteten und so mit größter Materialersparniß durch sie von Blüthe zu Blüthe getragen wurden. Wie wir früher gesehen haben, waren die ältesten, im blumenlosen Farnwalde lebenden Insekten lediglich auf die Verzehrung des harten Laubes und Holzes angewiesen und besaßen eine dementsprechende Kieferausrüstung. Durch Vermehrung der Pflanzen, welche im Blumenstaube eine weichere und kräftigere Nahrung erzeugten, wurden nun Insekten angelockt, welche die verschwenderische Windbestäubung entbehrlich machten. Arten, in deren Blüthen eine bis zur Befruchtung anhaltende Honigabsonderung eintrat, lockten noch zahlreichere Besucherkreise an, und erwarben dadurch die größten Chancen, sich stark zu vermehren, während sie ihrerseits die früher geschilderte Umbildung der Insekten mit kauenden Mundtheilen in solche mit saugenden veranlaßten. Wir erkennen in den Weiden früher offenbar windblüthige Bäume, die sich der Insektenanlockung anzubequemen begonnen haben.

Da nun eine erfolgreiche Vermittler-Thätigkeit der Insekten durch gesteigerte Wahrnehmbarkeit der honigliefernden Blüthen gefördert werden mußte, so hat sich durch natürliche Züchtung (weil nur die auffallenden Blumenabänderungen befruchtet wurden), einerseits bei den Blüthen die Eigenschaft ausgebildet, sich schon aus der Ferne durch lebhafte Farben oder starke Gerüche bemerkbar zu machen, auf der Seite der Insekten dagegen das Vermögen, diese Farben und Gerüche zu würdigen und zu unterscheiden. Sofern auch die Größe der Blumen zu ihrer Anziehungskraft beiträgt und alle diese Eigenschaften durch Vernachlässigung solcher Blumen, die dergleichen nicht darboten, seitens der Insekten buchstäblich gezüchtet werden mußten, so müssen wir die Insekten als die wahren Blumenzüchter der Vorzeit betrachten, weil sie vorwiegend die schönblühenden oder -duftenden Pflanzen befruchteten.

Natürlich muß das Vermögen, bunte Farben und Düfte zu erzeugen, schon vorher in den Pflanzen gelegen haben. Auch die windblüthigen Pflanzen erzeugen zum Theil farbige Blüthen, wie die purpurnen Narben des Haselnußstrauches und die rothen Rispen der Ampferarten, welche ganze

Felder roth färben, bezeugen. Die grüne Farbe des gesammten Pflanzenkörpers hängt auf's Nächste mit der in allen Oberflächentheilen stattfindenden Kohlensäure-Aufnahme und Desoxydation im Lichte zusammen. Pflanzen, die schon verarbeitete Nahrung aus andern Pflanzen oder Humusstoffen aufnehmen, und in deren Zellen nur Athmung oder Oxydation stattfindet, sind daher nicht grün, sondern buntfarbig. In den Pilzen, Orobanchen, Lathräaceen, Cytineen, gewissen Orchideen und andern Schmarotzerpflanzen, sind daher alle Theile elfenbeinweiß, gelb, lila, blau, zinnober- oder purpurroth gefärbt, und es ist wahrscheinlich das Vorherrschen der Oxydationsprozesse in solchen Pflanzen, welches diese Färbungen erzeugt. Darum sehen wir auch die Blätter im Herbste, wenn die mit Desoxydation verbundene Nahrungsaufnahme aufhört, sich bunt färben und eben darum sind diejenigen Theile der Pflanzen, die nur an der Athmung, nicht aber an der Nahrungsaufnahme theilnehmen, wie Knospenschuppen, Nebenblätter, Blüthen und Früchte häufig lebhaft gefärbt. Aber diese Farben sind offenbar durch den Wettstreit um Thierbesuch *gesteigert* worden, denn im Allgemeinen zeigen nur Thierblumen prachtvolle Farben, und die Windblüthler, die sich mit dem durch keine Farben und Düfte anzulockenden Winde als Befruchtungsvermittler begnügen, sind heute ebenso arm an Farben und Gerüchen geblieben wie ehemals.

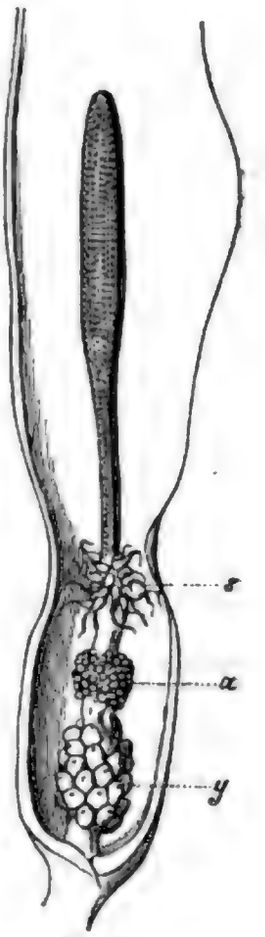


Fig. 377.
Blüthenstand von Arum maculatum.

Bei einigen niedrigstehenden Blumenpflanzen, bei denen die Blüthen an sich unscheinbar geblieben sind, wird das Anlockungsgeschäft durch die lebhaft gefärbten *Hüll-* oder *Stützblätter* (*Brakteen*) verrichtet, welche einen ganzen Blüthenstand oder einzelne unscheinbare Blüthen einschließen. Hierher gehören die bunten und weithin leuchtenden Brakteen der Proteaceen, einer sehr alten Dicotylen-Familie, deren Angehörige vielleicht mit den monokotylischen Aroideen zu den ältesten Insektenblüthlern gehören. Letztere, in der Gestalt einer sehr verbreiteten Fensterblume, der Calla äthiopica allgemein bekannte Pflanzen, locken durch die milchweiße, gelbe, zinnoberrothe und bei andern Arten faulem Fleische ähnlich, trübroth gefärbte und aasduftende *Sammelfahne* eine Menge Fliegen in den untern Hohlbauch der geschlossenen Blumenscheide. Abwärts gerichtete Härchen (s Fig. 377), die an der engsten Stelle der Düte stehen und verkümmerte Blüthen sind, lassen sie wohl hinein, aber nicht so leicht wieder heraus; ein von uns bei Fischreusen und Mäusefallen nachgeahmtes Prinzip ist hier ausgebildet worden, und die Fliegen, obwohl sie wahrscheinlich mit Blumenstaub bedeckt, aus einer ähnlichen Kesselfalle kommen, sind dumm

genug, von neuem hineinzuspazieren. An dem untern Theile des Blüthenkolbens sitzen männliche Blüthen (a) und darunter weibliche (g), und nichts wäre einfacher, als daß der Blumenstaub der ersteren direkt auf die letzteren fiele und sie befruchtete. Aber wie wir das bei den Insektenblüthen ziemlich allgemein finden werden, wird dies dadurch verhindert, daß die männlichen und weiblichen Organe sich zu verschiedenen Zeiten entwickeln, und zwar entwickeln sich hier zuerst die weiblichen Blüthen (Protogynie) und werden von dem durch die Fliegen aus andern Blüthen mitgebrachten Blumenstaube befruchtet. Hierauf sterben die Narben ab, die Antheren brechen auf und bestäuben die inzwischen durch die Absonderungen ernährten Fliegen über und über. Gleichzeitig schrumpfen die Haare am Eingange ein, und die kleinen Gefangenen erhalten ihre Freiheit, um mit dem Blumenstaub bedeckt, einer eben entwickelten neuen Blüthe derselben Art zuzueilen. Die Aroideen haben außer eigenthümlichen Farben und Gerüchen, Pollen-Nahrung und süßen Aussonderungen noch ein anderes Anziehungsmittel ausgebildet, welches für manche Thiere sehr lockend sein mag. In Folge eines lebhaften Stoffwechsels erwärmt sich der meist keulenförmige Kolben, welcher die Blüthen trägt, bei manchen Arten sehr beträchtlich, und heizt den geschlossenen Innenraum der Blüthe wie ein Ofen, so daß man bei einigen Arten z. B. dem italienischen Aronstab, eine Temperatur gemessen hat, welche diejenige der Luft um 20—25° C. übertraf. Da diese Pflanzen meist im Frühjahr, wenn die Nächte noch kühl sind, blühen, so mag dieser warme Raum an sich Fliegen und kleine Schnecken anlocken, die in den geheizten Blumen die Nächte zubringen und den Blumenstaub der einen zur andern tragen. Viele Arten derselben sind ausdrücklich als Schneckenblumen enträthselt worden, sofern ihr ganzer Bau darauf hinweist, daß Schnecken, welche über den Blüthenkolben hinkriechen, an ihrem feuchten Körper den Blumenstaub mitnehmen. Mit der Gefräßigkeit dieser Thiere hängt es wahrscheinlich ferner zusammen, daß viele Aroideen in Stamm und Blättern spitze Krystalle von oxalsaurem Kalk aufspeichern, welche den Mund verwunden und diese in Sümpfen und feuchten Wäldern wachsenden saftigen Pflanzen davor schützen, von ihren Besuchern aufgefressen zu werden.

In ähnlicher Weise findet die Befruchtung der vielfach ebenso mißfarbigen, übelduftenden und blumenblattlosen Blüthen der Aristolochien statt, die wir ihrer schnellwachsenden Kletterranken und großen Blätter wegen gern an schattigen Lauben ziehen. Auch diese Blüthen sind protogynisch, d. h. die Narbe (Fig. 378 n) öffnet sich vor den Staubgefäßen (a), und wird durch den von kleinen Fliegen (i) mitgebrachten Blumenstaub befruchtet, die hernach durch ähnliche, rückwärts gestellte Haare (r) so lange im Kessel gefangen gehalten werden, bis die Haare vertrocknen und sie staubbeladen von dannen ziehen können. Es ist merkwürdig, daß diese farbigen Hüllen und Kelche, welche durch Fliegen und ähnliche, nicht zu den eigent-

lichen Blumen-Insekten gehörigen Thiere gezüchtet wurden, die größten Blüthen darstellen, die man kennt, obwohl sie zum Theil nur Blumen nachahmen und eigentlich Blüthenstände sind. Eine neuerdings von Beccari auf Sumatra entdeckte Aroidee (Conophallus Titanum) treibt eine Blüthenkeule von anderthalb Meter Höhe und die sie umgebende farbige Hülle hat ca. 80 cm Durchmesser; die bisher für die größten Blüthen gehaltenen Rafflesia-Arten der ostindischen Inseln gehören ebenfalls hierher, und die riesigen Blüthenhüllen einer amerikanischen Aristolochia-Art (A. cordata) werden von der dortigen Jugend als Mützen über den Kopf gezogen. Diese grotesken Ueberreste der ältesten Blumen-Epoche mit ihren titanischen Gestalten und bäurischen Farben scheinen anzudeuten, daß die älteren geistesträgen Blumenkerfe (Fliegen und Käfer) kräftigerer Anlockungsmittel bedurften, und nicht entfernt den feineren Farben- und Duft-Geschmack der eigentlichen, etwas jüngeren Blumenkerfe (Bienen und Schmetterlinge) ausgebildet haben. Schwerlich können die, wenn auch noch so großen, trübfarbigen Fliegenblüthen zu der Klasse gerechnet werden, welche die deutsche Sprache auszeichnend Blumen nennt.

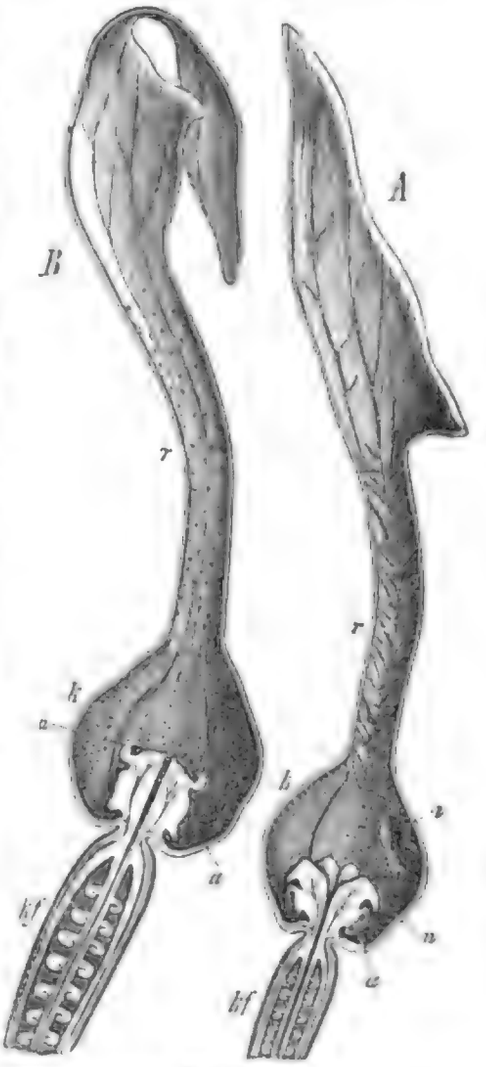


Fig. 378.
Aristolochia Clematitis. A Blüten-Querschnitt vor der Befruchtung. B nach der Befruchtung. kf Fruchtknoten.

Bei ihnen umgiebt die Nahrungs- und Honigquellen unmittelbar ein besondrer, neuer, farben- und duftreicher Kreis von Blumenblättern, die vielleicht aus verwandelten Staubgefäßen entstanden sind und die spezielle Aufgabe der Besucher-Anlockung übernehmen. Wir bemerken also ein Hervortreten immer neuer Blattkreise um die jungen Samen-Anlagen als Zeichen der Fortbildung; den ursprünglichen Fruchtblätterkreis, der ein Gewölbe über die jungen Samen bildet, umfängt zuerst ein Kreis in Staubfäden umgewandelter Blätter, dann eine einfache und endlich eine doppelte, in Krone und Kelch gesonderte Hülle (Fig. 379). In dem Schutz der jungen Nachkommenschaft und dem Schmucke des Hochzeitshauses spiegelt sich der allmälige Fortschritt am deutlichsten. Erst in der Tertiärzeit gewannen die Gewächse mit entwickelter Blumenkrone, deren freie Blätter mit den Kelchzipfeln abwechseln, die Oberhand, es erblüheten Tulpenbäume,

Magnolien, Kamellien, Rosen, Myrten und Granaten. Wiese und Wald scheinen zu ihrem höchsten Putz gelangt. Dieses Auftreten hat etwas Plötzliches in den Archiven der Natur, so daß verschiedene Naturforscher geglaubt haben, es müsse sich an solchen Orten vorbereitet haben, wo keine Reste sich erhielten oder die Schichten nicht untersucht werden konnten, z. B. auf Gebirgsgipfeln im intensiven Sonnenstrahl oder an den Polen, oder auf jetzt vom Meer bedeckten Continenten, allein eine einfachere Erklärung liegt wohl darin, daß die Blumenzüchtung erst eine gewisse Beschleunigung und Intensität erlangen konnte, nachdem echte Blumeninsekten, d. h. Bienen und Schmetterlinge erschienen waren, was erst gegen Ende der Sekundärzeit geschah. Von da ab mag aber eine gegenseitige Steigerung der Leistungen den Prozeß beschleunigt haben, wodurch dem zurückschauenden Beobachter das Auftreten der Blumen ziemlich plötzlich erscheint.

Trotz der erwähnten geschlossenen Fallenblumen für kleine Fliegen ist es wahrscheinlich, daß der ersten Periode der natürlichen Blumenzüchtung die Blumen mit offener, allen Besucherkreisen gleich zugänglicher Krone und freien, getrennten Blumenblättern entsprechen. Diese Blüthen sind oftmals sehr groß und farbenprächtig, um Insekten weither zu locken, wie z. B. Tulpen, Magnolien, Päonien, Rosen, Mohn u. s. w. Solche Blumen müssen, um ihren Aufwand in der Prachtentwicklung jeder einzelnen Blume zu decken, da sie nicht sehr viele solcher großen Blumen erzeugen können, in jedem einzelnen Fruchtknoten sehr zahlreiche Samen reifen, man denke an den Samenreichthum der Mohnkapsel, der Tulpen, Wasserlilien u. s. w. Andererseits können kleine Blüthen, die nur je einen Samen erzeugen, dasselbe Ziel der Auffälligkeit erreichen, indem sie sich zu großen Massen in einen dichten Blüthenstand vereinigen; man erinnere sich der Schirmblumen (Umbelliferen), Kleearten, Scabiosen und der Compositen, in denen jede Blume nur je einen oder einige wenige Samen reift. Wir kommen darauf zurück.

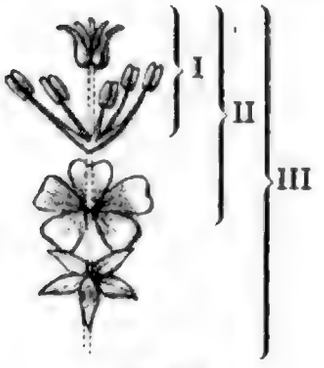


Fig. 379.
Die drei Perioden der Zwitterblüthe.

Obwohl die enge Beziehung der Insekten zu der Befruchtung der Blumen schon früher einigen Beobachtern aufgefallen war, ist doch der Conrektor Sprengel in Spandau derjenige gewesen, welcher „das Geheimniß der Natur" bei der Befruchtung der Blumen zuerst genauer entschleierte. Der Umstand, daß der Honig in vielen Blüthen durch Härchen oder durch die Stellung der Blume vor jeder Auswaschung durch Regen geschützt und so den Insekten aufbewahrt wird, war ihm 1787 aufgefallen und hatte ihn zu der Ansicht geführt, daß in der Honig-Produktion „Absicht" liege. Bald darauf leitete ihn die Betrachtung des gelben Ringes, der so schön von der himmelblauen Farbe des Vergißmeinnicht absticht, zu

der Erkenntniß, daß derartige Zeichnungen oder Saftmale, wie wir sie in den Kronen zahlreicher Blumen finden (vergl. Fig. 380), den Insekten als Wegweiser zu der oft im Blumenkelche verborgenen Honigquelle dienen. In der Folge wies er an zahlreichen Beispielen nach, daß viele Blumen, obwohl sie männliche und weibliche Organe in ihrem Kelche bergen, sich gar nicht selbst befruchten können, und er schloß daraus, daß Insekten und Blumen nicht nur im Allgemeinen für einander geschaffen seien, sondern viele Insekten ganz speziell für gewisse Blumen und umgekehrt.

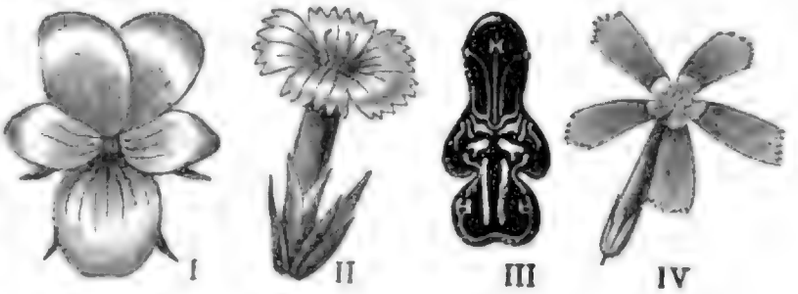


Fig. 380.
Saftmale des Stiefmütterchens (I), der Feld- und Karthäuser-Nelke (II u. IV) und des Sumpfziestes (III). (Nach Behrens).

Wenn aber Sprengel nur den gegenseitigen, unmittelbaren Nutzen erkannte, so hat Chr. Darwin durch zahlreiche, mit höchster Umsicht angestellte Versuche gezeigt, daß auch ein besondrer Vortheil für die Pflanzen darin liegt, mit fremdem, von den Insekten herbeigebrachtem Pollen anderer Blumen ihrer Art befruchtet zu werden, und daß die dadurch er-

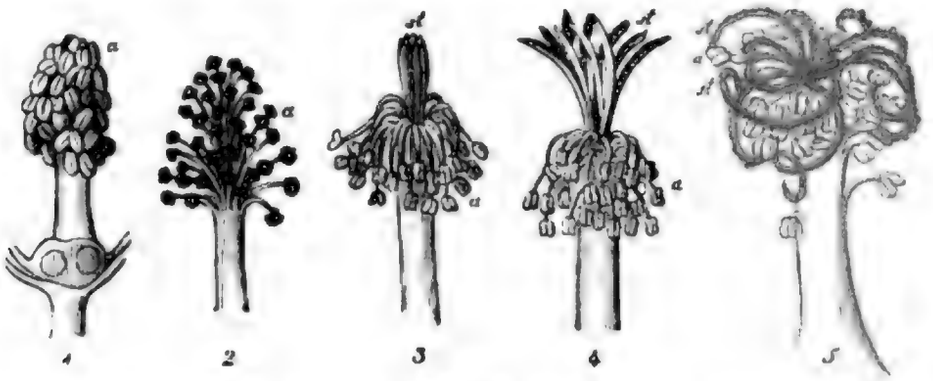


Fig. 381.
1—4 Befruchtungswerkzeuge von Malva sylvestris in den verschiedenen Entwicklungszuständen der Staubfäden und Narben. 5. Malva rotundifolia mit gleichzeitiger Entwicklung beider. a Staubgefäße, st Narben. Nach Hermann Müller.

zeugten Samen in der Regel kräftiger ausfallen, als wenn die Blume auf eignen Pollen angewiesen bleibt. Dieser Nutzen der Kreuzbefruchtung, der einer auch in der Thierzüchtung als nützlich erkannten Auffrischung des Blutes gleichkommt, erklärt nun, warum in vielen Blumen deutliche Vorkehrungen auftreten, die Selbstbefruchtung möglichst zu verhindern. Namentlich bemerkt man bei sehr zahlreichen Blumen, daß der Pollen viel früher reif wird, als die Narben derselben Blüthe bereit wären, ihn zu empfangen,

ſo daß der Pollen jüngerer Blüthen nur dazu dienen kann, durch Vermittlung der Inſekten die Narben älterer Blüthen zu befruchten, während wir vorhin (S. 522) den umgekehrten Fall kennen lernten. Man nennt die männliche Frühreife Proterandrie und das durch ſolche ungleichzeitige Entwicklung geſchaffene Verhältniß zweier ſich gegenſeitig befruchtenden Blüthen Dichogamie.

Als Beiſpiel möge die Blüthe unſerer wilden Malve (Malva sylvestris) dienen, deren Staubgefäße ſchon in der Knospe nahezu reif ſind, während die Narben noch völlig geſchloſſen bleiben. Sie öffnen ſich, verſtäuben und verwelken, bevor die Narben ſich entfalten (Fig. 381, $_1$ bis $_4$). Dieſe Blume bedarf alſo nothwendig der Inſekten, um fremden Pollen zugetragen zu erhalten, und lockt daher durch große Blüthen und wohlbeſchützten Honig zahlreiche Inſekten an. Ganz anders iſt das Verhältniß bei der ſonſt nahe

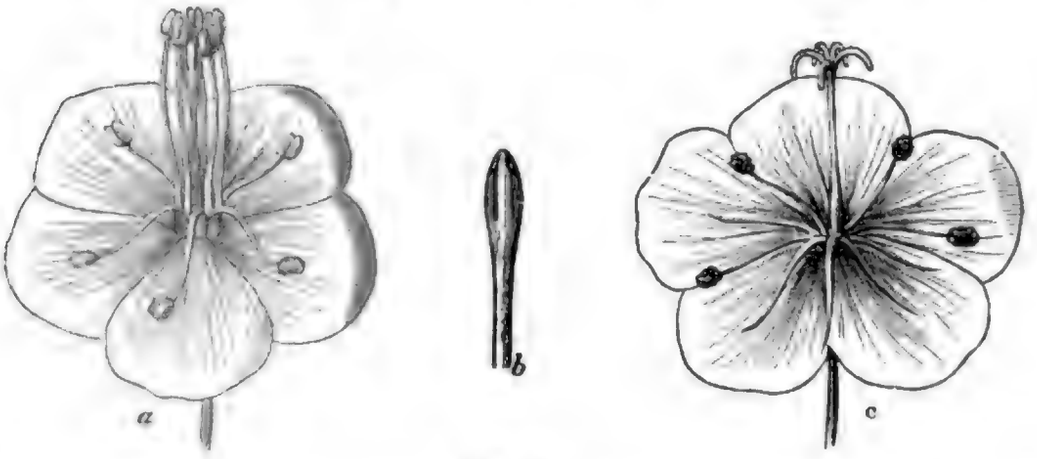


Fig. 382.
Geranium pratense. a Junge Blüthe im männlichen Stadium, mit geſchloſſener Narbe (b), c die ältere Blüthe im weiblichen Stadium mit vertrockneten Staubbeuteln und ausgebreiteter Narbe.

verwandten, rundblätterigen Malve, deren Narbenäſte ſich gleichzeitig mit den Staubfäden entwickeln und zu ihnen herabbeugen, um den Blumenſtaub zu empfangen (Fig. 381, $_3$). Sie bedarf der Inſekten nicht und iſt kleinblüthig.

Noch deutlicher iſt dieſes Verhältniß von Inſektenbeſuch und Blumengröße bei verſchiedenen einheimiſchen Storchſchnabelarten erkennbar, wie dies Hermann Müller-Lippſtadt gezeigt hat, der ſich überhaupt um die Aufklärung der hier waltenden Wechſelbeziehungen die größten Verdienſte erworben hat. Bei der großblüthigſten Art, dem Wieſenſtorchſchnabel iſt die Blüthe (Fig. 382) ebenfalls in der erſten Periode männlich, die Narbe kann von den ſie unmittelbar umringenden Staubgefäßen nicht befruchtet werden, weil ihre Zipfel dicht zuſammenſchließen (Fig. 382 b). Erſt wenn die Staubgefäße vertrocknet ſind, öffnen ſich die Zipfel, bereit, den Staub anderer Blumen zugetragen zu bekommen (Fig. 382 c). Müller hat nun darauf aufmerkſam gemacht, wie bei verſchiedenen Storchſchnabel-

Arten Insektenbesuch und Blumengröße in demselben Verhältniß stehen (Fig. 383). Bei dem großblüthigen Geranium pratense ist, wie wir sahen, Selbstbefruchtung ganz unmöglich, sie hat daher die größten Blüthen und den stärksten Insektenbesuch. Die mittelgroße Blüthe von G. pyrenaicum (b) ist ebenfalls anfangs männlich, entwickelt aber die Narben noch zur rechten Zeit, um allenfalls von dem eigenen Staube befruchtet zu werden, sie lockt jedoch in der Regel genug Insekten an, um Selbstbestäubung vermeiden zu können. Bei der noch kleineren Blüthe van Geranium molle (c) wird dagegen die Selbstbestäubung häufig nöthig, weil sie zu wenig Insekten anzieht, und endlich bei der allerkleinblüthigsten Art, Geranium pusillum, bei welcher sich die Narben vor den Staubgefäßen entwickeln, bildet sie die Regel; die Blüthen werden beinahe gar nicht von Insekten besucht. In ähnlicher Weise können wir uns vollständige Züchtungsreihen großer Blumen denken; denn wie der Gärtner auf seinen Zuchtbeeten die großblüthigsten Varietäten allein zur Nachzucht auswählt, so bevorzugen die Insekten in einem solchen Maße großblumige und schönblühende Arten, daß sie dieselben in ganz ähnlicher Weise durch Vernachlässigung der minder schönen Blüthen züchten mußten.

Fig. 383.
a G. pratense.
b G. pyrenaicum.
c G. molle.
d G pusillum.

Wenn man indessen bedenkt, daß die Insekten-Anlockung in der Erzeugung von Honig und großen Blüthen den Pflanzen auch gewisse Opfer auferlegt, so wird man sich nicht wundern dürfen, daß gewisse Pflanzen sich immer oder wenigstens zeitweise durch Selbstbefruchtung fortpflanzen, sie treiben dann sogenannte kleistogame Blüthen, die sich gar nicht öffnen, oder ohne Blumenblätter sind, wie man sie zuweilen bei Veilchenarten, dem Waldsauerklee und vielen andern Pflanzen trifft. Auch das Feldstiefmütterchen (Viola tricolor) wechselt in der Erzeugung ganz kleiner, gelber, unscheinbarer, sich selbstbefruchtender Blüthen und großer Insektenblumen ab. Man hat auch geglaubt, die Größe und Farbenschönheit vieler Hochalpenblumen dadurch erklären zu können, daß dort nicht soviel Insekten vorhanden wären, als in der Ebene, so daß in diesen Regionen nur die größten und farbenprächtigsten Blumen Aussicht hätten, befruchtet zu werden und sich fortzupflanzen. Die Sache hängt aber, wie wir bald sehen werden, wahrscheinlich anders zusammen.

Gilt es zunächst auch als Vortheil, durch große und offne Blumenteller möglichst viele Honiggäste anzulocken, so hat das doch auch seine Schattenseiten. Es kommen dann auch viele unnütze Gäste, die ohne Wahl von einer Blüthe zur andern fliegen, während doch jeder Blüthe nur das Mitbringen des Pollens der eigenen Art etwas nützen kann. Darum mußten sich Einrichtungen ausbilden, den Honig nur einer gewählten Gesellschaft aufzuheben und zugänglich zu machen, unnütze Näscher aber auszuschließen, woraus die unregelmäßigen, rachen-, röhrenförmigen und

gespornten Blüthen hervorgingen. Die Abtheilung der bisher besprochenen Blumen mit freien Blumenblättern und offenen Kelchen (Dialypetalen) bilden daher eine dritte, über die Apetalen und Perigoniaten hinausgehende Blumenabtheilung, die aber nicht das letzte Ergebniß der Blumenzüchtung durch Insekten sein konnte. Seit dem Erscheinen solcher Insekten, die wie Bienen und Schmetterlinge ausschließlich von Blumennahrung leben, d. h. nicht lange vor dem Beginn der Tertiärzeit, entstanden nun in gegenseitiger Steigerung: Blumen, deren Kronenblätter zusammenwuchsen und ihren Honig im Grunde tiefer und mehr oder weniger enger Glocken, Trichter, Röhren und Sporne bargen und Insekten mit langen Rüsseln, die denselben allein erreichen konnten, während unnütze Gäste ausgeschlossen wurden.

Dies ist also die Bedeutung der sogenannten verwachsenblättrigen Blumen (Sympetalen), die auch Saumblumen (Gamopetalen) oder weniger gut einblätterige Blumen (Monopetalen) genannt werden, weil die einzelnen Blumenblätter zu einer einzigen Röhre, Glocke, Urne, trichterförmigen Vase, Rachen u. s. w. verwachsen sind, die meist soviel Saumzipfel zeigen, als Blumenblätter in der Anlage stecken, also drei oder sechs, bei monocotylischen Sympetalen vier bis fünf bei dikotylischen. Diese Saumblumen stellen, wenn auch meist weniger prächtig als die Dialypetalen, zu denen Rose, Tulpe, Kamellie u. s. w. gehören, doch ein weiteres und jüngeres Züchtungsprodukt der Insekten dar. Unter den Seite 519 erwähnten hundert Pflanzen der sogenannten Kreide von Dakota gab es erst eine einzige Gamopetale, heute dürften sie an Zahl und Masse die Dialypetalen längst eingeholt haben. Dieser Sieg der Gamopetalen hat nichts Wunderbares, wenn man bedenkt, daß der Vortheil engerer Anpassung einer beschränkten Besucherzahl an einzelne Blumen ein gegenseitiger ist. Für die Blumen, sofern die besuchenden Insekten häufiger mit Pollen der eigenen Art bei ihnen einkehren, weil sie sich auf die Ausbeutung einer und derselben oder einiger wenigen, gleichzeitig blühenden Arten beschränken, für die Insekten, weil sie nicht so häufig bereits ausgebeutete Blumen antreffen werden, wenn sie sich in die Blumenwelt theilen, und jedes von ihnen nur bestimmte Blumen besucht.

Geübte Beobachter, welche genau die resp. Rüssellängen der verschiedenen Bienen, Hummeln und Schmetterlinge kennen, vermögen den Saumblumen nach der Länge ihrer Röhren alsbald den Besucherkreis anzusehen. Während die Zweiflügler in der Regel nicht viel über 10 mm Rüssellänge hinauskommen, erreichen die langrüßlichsten Bienen und Hummeln über das Doppelte und von den Schmetterlingen werden sie noch weit übertroffen; der Rüssel des Windigs erreicht 60—80 mm Länge. Natürlich können auch nur solche langrüßlige Insekten Blüthen wie unsre Nelken oder Jelängerjelieber (Fig. 384), deren Honig tief verborgen liegt, gezüchtet haben. So hat Darwin aus dem Umstande, daß eine Orchidee Madagaskars

(Angraecum sesquipedale) einen 11 Zoll langen Honigbehälter (Sporn) besitzt, geschlossen, daß dort auch ein Schmetterling mit eben so langem Rüssel, um diesen Honig zu erreichen, vorhanden sein müsse, und Forbes hat die Vermuthung bestätigt. Auch in Südamerika hat Fritz Müller eine Macrosilia-Art gefangen, deren Rüssellänge 10—11 Zoll betrug. Man sieht hieraus, wie unmittelbar bestimmte Blumen und Insekten zu einander gehören, denn ohne einen solchen Schmetterling könnte jene Orchidee niemals Frucht tragen.

Auch Farben und Gerüche der Blumen liefern im Zusammenhange mit der Blumenform mehr oder weniger deutliche Fingerzeige, welchen Besucherkreisen bestimmte Blumenarten im Besondern angepaßt sind. Wir haben schon oben gehört, daß Blüthen, die von Fleischfliegen besucht werden, nicht nur Aasgeruch entwickeln, sondern auch trübe braunrothe oder grünliche Färbungen, wie von verwesendem Fleisch darbieten. Die kleineren weißen, grüngelben oder gelben Blüthen, welche ihren Honig vor aller Welt offen, am Grunde ihrer weitgeöffneten, aus unverwachsenen Blumenblättern bestehenden Blumen darbieten, oder auch blos Blumenstaubnahrung anzubieten haben, werden meist von kleinen Fliegen, Blumenkäfern und sonstigen fliegenden Insekten ausgebeutet, welche nicht im Stande sind, tiefergeborgenen Honig zu erreichen. Die Blumen mit verwachsenblätteriger Krone dagegen, die ihren Honig am Grunde enger Röhren und Sporne geborgen haben, oder ihre Honigquellen unter allerlei Schutzdächern, Haar- und Reusenbildungen vor Insekten ohne längeren Rüssel schützen, die also meist nur von langrüßligen Fliegen, Blumenwespen, Bienen und Schmetterlingen besucht werden, sind vorwiegend blau, violett und rosa gefärbt, und Hermann Müller hat sich durch Versuche überführt, daß die Bienen thatsächlich rosa, blau und violett gefärbte Blumen bevorzugen, während die Wespen bestimmte braunrothe Blumen, wie manche Orchideen und die Braunwurz (Scrophularia) besuchen. Die schon durch ihr eigenes farbenbuntes Kleid ihre Farbenliebhaberei andeutenden Tagfalter lieben namentlich gewisse tiefgefärbte karminrothe oder azurblaue Blumen, wie manche Disteln, Nelken und Enziane.

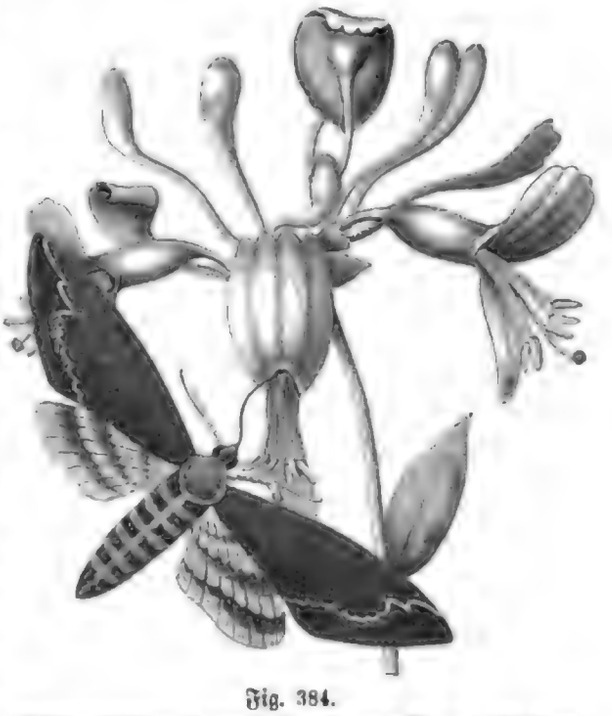


Fig. 384.
Jelängerjelieber (Caprifolium) vom Windig (Sphinx Convolvuli) befruchtet.

Man kann daher auch umgekehrt häufig erkennen, wie manche Blumenfarben entstanden und von welchen Insektenarten sie gezüchtet worden sind. Die Tafel „Farbenentwicklung der Veilchen" versinnlicht den Vorgang an mehreren Arten der Gattung Viola. Bei ihnen trägt das untere unpaare Blumenblatt einen mehr oder weniger langen Sporn (Fig. 16 f), in welchen zwei Anhängsel der dem Sporn zugekehrten Staubfäden (e) Honig absondern. Den kürzesten Sporn, dessen Honig deshalb hauptsächlich von kleinen kurzrüßligen Fliegen ausgebeutet wird, trägt das zweiblüthige Veilchen (Viola biflora, Fig. 1) der Alpen. Wir sehen, daß es wie die meisten Fliegenblumen von gelber Farbe ist, und dieses Gelb oder ein gelbliches Weiß, wie es unser von Insekten sehr wenig besuchtes kurzsporniges Acker-Stiefmütterchen (2) aufweist, scheint die Grundfarbe der Veilchen gewesen zu sein. Bei dem gelben Alpen-Stiefmütterchen (3—8) und dem bunten Feld-Stiefmütterchen (9—13) hat sich der Sporn schon etwas verlängert und diese Blumen werden daher vorzugsweise von Hummeln besucht und befruchtet. Damit im Zusammenhange treten an die Stelle des gelben Grundtons die Lieblingsfarben der Bienen, blaue und violette Färbungen, und zwar sind es bei dem Alpen-Stiefmütterchen in der Regel blos die beiden obersten Blätter, welche durch Farblosigkeit in Hellblau übergehen. Bei unserm bunten Feld-Stiefmütterchen geht dann die Blaufärbung allmälig auch auf die mittleren und das unterste Blumenblatt über, und man findet alle möglichen Zwischenstufen dieser Veränderungen.

Hermann Müller hat nun die lehrreiche Beobachtung gemacht, daß auch diejenigen Exemplare des Alpen-Stiefmütterchen (Viola tricolor alpestris), welche voll erwachsen blaue Oberblätter haben (8), in der Knospe diese Farbe nicht zeigen, und daß die Färbung sich beim weiteren Aufblühen unter allmäliger Vergrößerung so entwickelt, wie es in den Figuren 4—8 dargestellt ist, die nach einer hier zum ersten Male veröffentlichten Farbenskizze des Genannten wiedergegeben wurden. Man sieht, wie das Gelb in den obern Blättern erst ausbleicht, und dann an die Stelle desselben eine immer dunkler werdende blaue Färbung tritt, worauf derselbe Prozeß bei den mittleren Blättern beginnt. Eine ähnliche Farben-Entwicklung kann man, wie ich im Anschluß an diese Beobachtung festgestellt habe, bei unserm gewöhnlichen dreifarbigen Stiefmütterchen beobachten, mit dem Unterschiede, daß hier selbst in der Knospe meist nur noch das unterste Blumenblatt gelb gefärbt ist, und diese Farbe häufig, während die Oberblätter nachdunkeln, ebenfalls durch Weiß in Blau übergeht. Die Figuren 9—13 sind in der That nach verschiedenaltrigen Blumen eines und desselben Pflänzchens entworfen. Wir werden daher wohl unserem berühmten Blumenforscher unbedenklich zustimmen können, wenn er folgert, daß sich in dieser allmäligen Umwandlung des gelben in ein blaues Stiefmütterchen die ontogenetische Wiederholung des phylogenetischen Prozesses, durch welchen

Fig. 1. Flowering plant. Fig. 2. Flower. Fig. 3. Flower, with two petals removed. Fig. 4. Stamens. Fig. 5. Pistil. Fig. 6. Capsule. Fig. 7. Capsule, opening. Fig. 8. Seed. Fig. 9. Seed, magnified. Fig. 10. Flower, front view. Fig. 11. Flower, back view.

Digitized by Google

die gelben Veilchen in Folge der Bienenbesuche in blaue umgezüchtet wurden, verfolgen läßt.

Einen noch weiteren Schritt in dieser Richtung stellen die sehr großblumigen und langspornigen, meist violett oder tiefblau gefärbten Veilchen des Hochgebirges dar, aus denen die Kunst des Gärtners die bunten Garten-Stiefmütterchen erzogen hat, und von denen wir in Figur 14—17 das langgespornte Veilchen (Viola calcarata) der schweizer- und österreichischen Alpen dargestellt sehen. Sein Honig ist, wie wir nach der Länge des Spornes beurtheilen können, nur noch sehr langrüßligen Schmetterlingen zugänglich, und Müller sah, wie das gemeine Karpfenschwänzchen in $6^3/_4$ Minuten 194 Blumen untersuchte, und ev. befruchtete. Dem kurzspornigen gelben Veilchen (1) gegenüber stellt diese Blume das andere Extrem, ein Endprodukt der Umzüchtung dar, aber daß sie aus einer, dem in Nr. 3 dargestellten gelben Stiefmütterchen ähnlichen Art hervorgegangen ist, bestätigt sie häufig durch Rückschlag, indem sie manchmal mit gelben Blüthen vorkommt. Die Umzüchtung ist auch nicht blos in der Farbe, sondern auch in manchen andren Eigenthümlichkeiten ausgeprägt. In Fig. 15 und 16 bemerken wir bei d eine kleine, von der Narbe (c) herabhängende, bewegliche Klappe, welche das großblumige Stiefmütterchen unsrer Felder ebenfalls besitzt, während sie dem kleinblüthigen (2) fehlt, obwohl dasselbe meist nur für eine Varietät des andern gehalten wird. Wenn nämlich das besuchende Insekt den Rüssel unterhalb der Narbe durch eine von zwei Seiten mit einem Haarstreifen eingefaßte Rinne einführt, so findet es die Narbe (c) offen und kann ihr den mitgebrachten Blumenstaub mittheilen. Zieht es dagegen den Rüssel aus der Haarrinne zurück, in welcher der eigne Blumenstaub sich ansammelt und dem Rüssel anhaftet, so drückt es die Klappe auf die Narbe, und so wird verhindert, daß der eigene Blumenstaub auf die Narbe gelangt. Das kleine weiße Feld-Stiefmütterchen, welches sich selbst befruchtet, entbehrt einer solchen Klappe, die ihm überflüssig wäre. Ebenso entbehrt das kleine Stiefmütterchen des Bartes (a) am Blumeneingange, der den Bienen beim großen Stiefmütterchen und langgespornten Alpenveilchen als Anhalt dient, um sich beim Honigsaugen daran festzuklammern.

Wir haben dieses Beispiel mit größerer Ausführlichkeit gegeben, weil es deutlich zeigt, wie sich die blaue und violette Färbung Schritt um Schritt mit der Verlängerung des Spornes und Ausbildnng andrer Eigenthümlichkeiten, die wir als Bienenzüchtungen betrachten müssen, eingestellt hat, so daß wir ihnen auch die Züchtung der Farbe zuschreiben dürfen. Die Enzian-Arten bieten eine fast vollständige Parallele. Auch hier giebt es gelbblühende Arten mit weitgeöffneten, allen Insektenarten zugänglichen Blüthen, dann folgen rothgesprenkelte, rothe und violette Arten, die immer mehr Besucherkreise, Bienen und Schmetterlinge ausgenommen, abweisen, bis zu den azurblauen, engröhrigen Alpen-Enzianen, die nur noch den langrüßlichsten

Schmetterlingen zugänglich sind. Die Falter, welche in den höhern Alpenregionen andern Insektenklassen den Vorrang ablaufen, haben sicherlich einen bedeutenden Antheil an der oft bewunderten Farbenschönheit der Alpenblumen, und namentlich sind die brennend karminrothen Nelken und die azurblauen Enzian-Arten der Hochalpen offenbar ihre Lieblinge und ihre Geschöpfe.

Aber die Tagfalter bekunden nicht nur einen ausgebildeten Farbensinn, sondern sie bevorzugen auch würzige Düfte. Fritz Müller hat vor zwanzig Jahren entdeckt, daß viele Schmetterlinge neben ihrem prachtvollen Farbenkleide auch eigene Duftorgane besitzen, mittelst deren sie würzige Düfte ausströmen, um sich den Weibchen in der Ferne bemerklich zu machen, und er hat einzelne dieser „Blumen der Luft" beobachtet, die so angenehm dufteten, wie ein Blumenstrauß. Wir können uns daher nicht wundern, daß sie auch, namentlich in den Hochalpen, herrliche, volldustende Blumen gezüchtet haben, deren Duftton zwischen Nelken und Vanille in der Mitte zu stehen pflegt. Es ist klar, daß der Duft als Anlockungsmittel auch Blumengröße und Farbe bis zu einem gewissen Grade ersetzen kann, und daher sind einige, unscheinbar blühende Pflanzen, die kräftig duften, ebenso besucht als schöngefärbte und große. Von Wichtigkeit wird dieser Umstand für die nachtblühenden Blumen, die sich der Befruchtung durch Nachtschmetterlinge angepaßt haben, während die Tagfalter- und übrigen Insekten-Blumen sich meistens des Nachts schließen, um weder Duft zu vergeuden, noch sich der Gefahr auszusetzen, durch Regen und Nachtthau ihres Honigs verlustig zu gehen. Solche Nachtfalter-Blumen beginnen in der Regel erst des Abends zu duften und sind vorzugsweise lichtblau oder rein weiß gefärbt, weil diese Farben in der Dämmerung oder bei Mondlicht am auffallendsten wirken. Auch fehlen ihnen durchweg die schönen Zeichnungen und Saftmale der Tagfalterblumen, welche des Nachts doch keine Wirkung äußern könnten. Einige Abend- und Nachtfalterblumen sind noch gefärbt, vielleicht weil sie sich erst seit kürzerer Zeit den im Dunkeln fliegenden Faltern angepaßt haben, dann sind aber diese aus einem früheren Zustande herrührenden Farben oft sehr trübe und unrein, z. B. bei Nachtviolen, Levkoien, Türkenbundlilien und ähnlichen Blumen, da von einer Züchtung besonders schöner Farben durch Nachtfalter natürlich keine Rede sein kann.

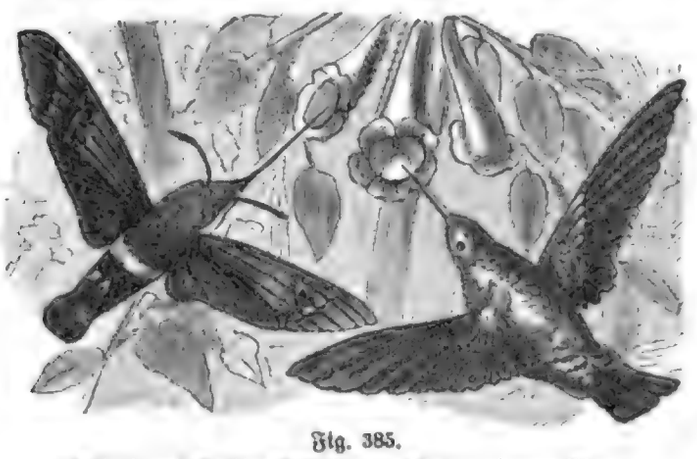


Fig. 385.
Kolibri und Kolibri-Schwärmer (Macroglossa Titan).
Nach Bates.

Eine besonders eigenthümliche Klasse von Blumen bilden die in den wärmeren Gegenden der Welt heimischen Kolibri- und Honigvögel- (Nektariniiden-) Blumen, zu denen namentlich hängende, langröhrige, oft brennend roth gefärbte Blumen, wie Bignonien, Fuchsien und ähnliche gehören. Ihr Nektar kann nur von Thieren ausgebeutet werden, die eine sehr lange Zunge oder einen langen Rüssel haben und schwebend saugen können, und dies Vermögen besitzen eben außer den Schwärmern nur die Kolibris und Honigvögel, welche sich durch einen ungemein schnellen Flügelschlag, durch den ihre Flügel fast ganz unsichtbar werden, auf derselben Stelle schwebend erhalten können. Ihre Mitbewerber sind häufig Verwandte

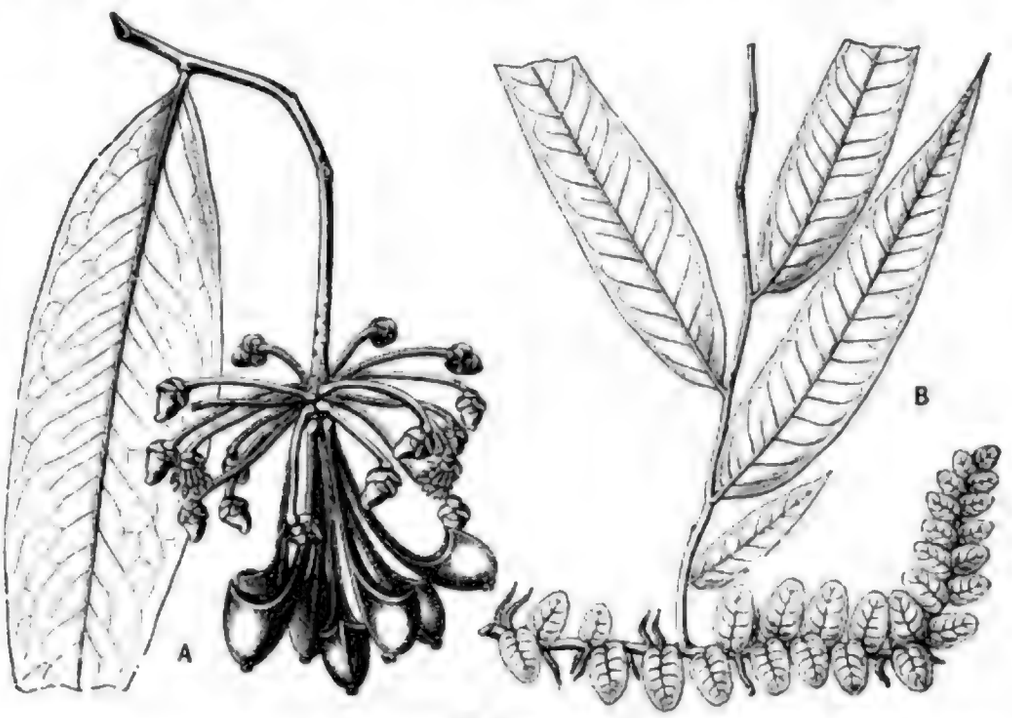


Fig. 386.
Marcgravia nepenthoides. A Herabhängender Blüthenzweig. B Kletterstamm mit Luftwurzeln und kleinen Blättern, aus dem ein Blütenzweig entspringt.

unsrer Karpfenschwänzchen (Macroglossa-Arten) und Bates erzählt uns, daß man sie in einiger Entfernung nur sehr schwer von einander unterscheiden könne (Fig. 385). Fritz Müller fand in Brasilien die verbreitete Sage, daß der Schmetterling sich in einen Kolibri „verwandle." Wie der Kolibri den Flug des Schmetterlings, so hat dieser den zugespitzten Kopf und den breiten Schwanz des Vogels nachgebildet. Es ist dies wahrscheinlich eine durch gleiche Lebensbedingungen hervorgebrachte Anpassungs-Aehnlichkeit nnd keine sogenannte Nachahmung (Mimicry), wie man wohl geglaubt hat. Auch Fledermäuse sind als Blumenbefruchter in Anspruch genommen worden.

Bei einer sehr merkwürdigen amerikanischen Familie von Klettergewächsen, den Marcgraviaceen, haben die Stützblätter (Brakteen) der

an sich nicht auffallenden Blumen die Fähigkeit erlangt, Honig abzusondern, und da es von Nutzen war, weithin sichtbar zu sein, haben sie sich vergrößert und in scharlachroth und purpurn gefärbte Schläuche verwandelt. Bei der in Fig. 386 dargestellten Art, die sich noch dadurch auszeichnet, daß auch unter ihren Zweigen und Blättern eine Art Arbeitstheilung eingetreten ist, hängen die Blüthenstände in Gestalt von Kronleuchtern herab, und an den mittleren Blüthenstielen haben sich die Brakteen auf Kosten der verkümmerten Blüthen so vergrößert, daß sie einen Kreis großer Nektarbehälter bilden, in denen zahlreiche Insekten ertrinken. Vögel, namentlich Kolibris, die zu diesen Behältern kommen, sei es des Nektars wegen, oder um darin Insekten zu fischen, streifen mit Kopf und Rücken den Staub der Blüthen ab und übertragen ihn auf andere Blüthen. Die Familie zählt nicht viel mehr als ein halbes Schock Arten, aber auch hier ist, ähnlich wie bei den sogleich zu besprechenden Orchideen, die Formen-Mannigfaltigkeit eine so große, daß man deutlich erkennt, wie sehr derartige Züchtungseinflüsse die Formen der Pflanzen vermannigfachen.

Wir erkennen nach alledem, daß ein Hauptgrund für die Entstehung immer neuer und anders gestalteter Blumenformen in den Anpassungen an besondere Besucherkreise, und in der Ausschließung anderer lag. Dieses Moment zeigte sich am fruchtbarsten bei den schon oben (S. 528) besprochenen Saumblumen, deren Blumenblätter zu einem Trichter oder zu einem Rachen verwachsen sind, weil hier die Ausschließung weniger nützlicher Besucherkreise viel leichter war, als bei den von allen Seiten zugänglichen freiblätterigen Blumen. Namentlich waren es die durch das vorwiegend morphologische Element der Seitenständigkeit, ähnlich wie bei den Korallen (S. 258), zweiseitig symmetrisch gewordenen Saumblumen, welche der Insektenzüchtung immer neue Angriffsmomente für Specialzüchtungen, für eine weitere Theilung der Blumenwelt unter die Insekten boten. Die wegen dieser Unregelmäßigkeit als Lippenblumen (Labiaten), Masken- (Personaten) und Nasenblüthler (Rhinanthaceen) bezeichneten Blumen wurden von gewissen Insekten, denen sie am besten zusagten, in Beschlag genommen und in ihrer besonderen Richtung zu kleinen Wundern der Teleologie für oberflächliche sowohl als für tiefer blickende Beobachter umgewandelt. Um wenigstens einige Beispiele anzuführen aus den mannigfachen erstaunlichen Einrichtungen derselben für die Fremdbestäubung, wie sie Sprengel, Darwin, Delpino, Hildebrandt, H. Müller und A. auf diesem noch lange nicht erschöpften Beobachtungsfelde enträthselt haben, erwähnen wir der Salbei-Arten, deren Staubgefäße dadurch, daß sich das verbindende Stück der beiden Staubbeutel ausdehnte, ein bewegliches Glied (m Fig. 387) an der Spitze der beiden Staubfäden erhielten, welches wie ein Pumpenschwengel in Bewegung gesetzt werden kann. In der Ruhestellung verschließen die unteren Enden (a) dieser beweglichen Glieder, deren Staubbeutel gewöhnlich verkümmert sind, den Zugang zum Honig und wenn

nun das Insekt sie wegzudrängen sucht, so schlagen die beiden ausgebildeten Staubbeutel (a') des andern Endes auf den Rücken desselben und pudern ihn gründlich mit dem Blumenstaube ein (Fig. 388), den es nachher auf die Narbe der nächstbesuchten Blüthe überträgt. Aehnliche Einstäubungs-Vorrichtungen besitzen viele Schmetterlingsblüthler (Papilionaceen), bei denen jedes eindringende Insekt, eine kleine Detonation der Staubbeutel erzeugt und ganz eingepudert wieder hervor kömmt.

Wir werden nicht irre gehen, wenn wir den Formenreichthum der meisten Familien mit unregelmäßigen Blumen von Züchtungen durch verschiedene Besucherklassen ableiten. Zu den für diese Auffassung lehrreichsten Pflanzen gehören die von Darwin in bewunderungswürdiger Weise untersuchten Orchideen, deren Tausende von Arten umfassender Formenreich-

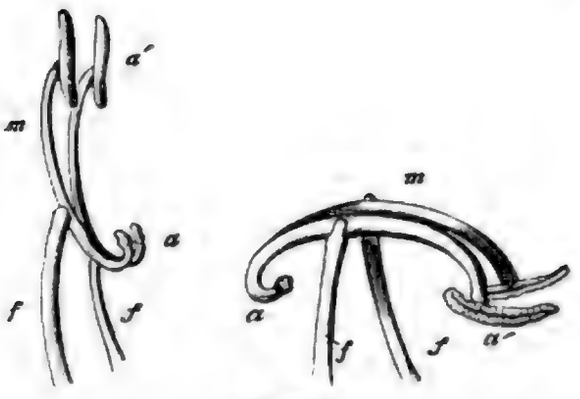


Fig. 387.
Staubgefäß einer Salbei ruhend und durch ein Insekt in Bewegung gesetzt. f Staubfaden, a Verkümmerter, a' ausgebildeter Staubbeutel, m Connectiv.

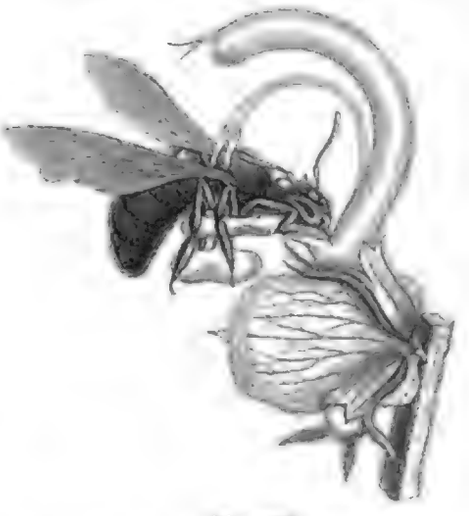


Fig. 388
Blüte der Salvia Aethiopis von der Holzhummel (Xylocapa violacea) besucht (Nach Dodel-Port.)

thum unerschöpflich scheint, und deren oft seltsame Gestalten Veranlassung zu manchem Kapitel über „Launen und Bizarrerien der Natur" Veranlassung gegeben haben, obwohl die Wunderlichkeit meistens auf Seiten der Naturschilderer war. Diese ursprünglich durch gehäufte Blüthenstellung unregelmäßig gewordenen Blumen sind vielleicht dadurch so wandlungsfähig, daß die Blüthe alle ihre Kraft der Anlockung und Befruchtung zuwendet, während die Samenbildung auf Monate nach derselben zurückgeschoben wird. Von den drei dieser Monocotylen-Familie ursprünglich zugehörigen Staubgefäßen ist in der ungeheueren Mehrzahl der Fälle nur ein einziges ausgebildet, welches unmittelbar mit Fruchtknoten und Narbe verwachsen ist, und wie gewöhnlich, aus zwei Fächern besteht, deren völlig getrennte Pollenmassen gestielte Klumpen in zusammenhängender Beschaffenheit, Pollinien (Fig. 389 a) genannt, bilden. Der Fruchtknoten gipfelte ursprünglich wie gewöhnlich in drei Narben, von denen jedoch nur die beiden untersten (st) als solche aus-

gebildet sind, während die oberste einen kleinen Sack, das Rostellum (r) bildet, in welchem die Pollinien auf besonderen Klebscheiben (d) ruhen. Wenn nun bei einer Orchis-Art ein Insekt zu dem mit saftigem Gewebe erfüllten Sporn vordringen will, so stößt es gegen das Rostellum (r) und klebt sich die beiden Pollinien auf den Kopf, so daß es gehörnt herauskommt, und wenn es mehrere Blüthen besucht hat, ein förmliches Geweih erhält (Fig. 390,4). Man kann dies leicht nachahmen, wenn man mit einer Nadelspitze gegen das Rostellum stößt, wobei die Pollinien sofort daran festkleben (Fig. 390,3). Vermöge einer eigenthümlichen Zusammenziehung der Klebscheibe senkt sich das Gehörn stets nach vorn, und wenn nun das Insekt eine zweite Orchidee besucht, so stößt es mit seinen Hörnern direkt auf die klebrige Narbe (st), woselbst nur Theile der Pollinien haften bleiben,

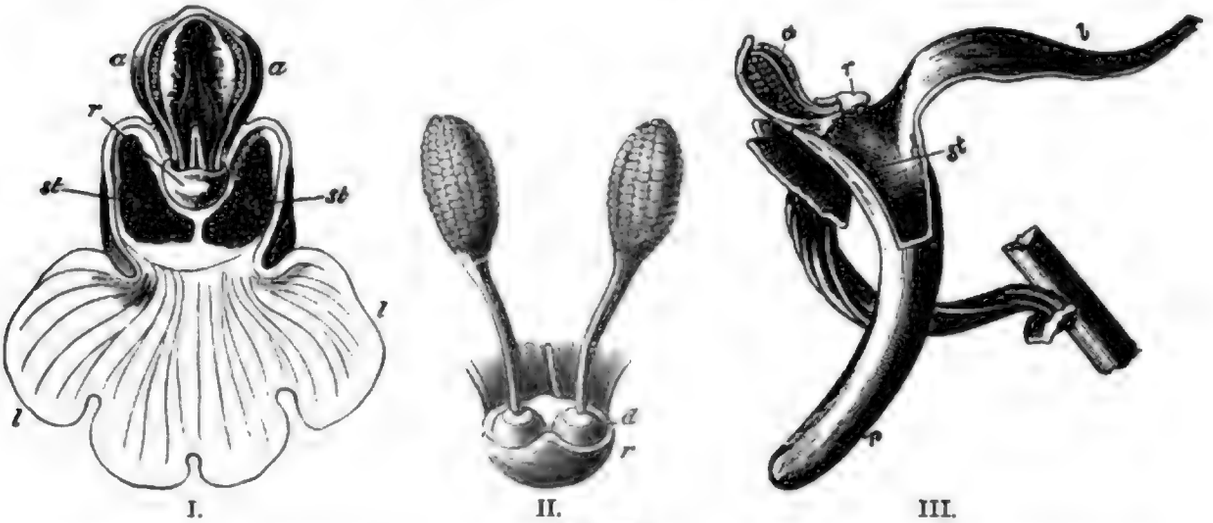


Fig. 389

Blüthe von Orchis mascula. I. Vorderansicht der Blüthe, von welcher alle Kelch- und Kronenblätter mit Ausnahme der Lippe weggeschnitten sind. II. Die Pollinien. III. Seitenansicht mit Querschnitt durch den obern Theil der Lippe und des Spornes. Alle Figuren vergrößert.

so daß das Insekt schon mit einem Horn mehrere Blüthen befruchten kann. Die Unterlippe der Orchideen-Blüthe, wie der meisten ähnlichen Rachenblüthen, dient dabei als hauptsächlichstes Anlockungsmittel und als Flugbrett; sie nimmt die wunderbarsten Formen an und hat sich bei einigen Arten zu langen Troddeln und Kletterseilen verlängert, um es den Gästen leicht zu machen, heraufzuklettern und sich ein paar Hörner zu holen, oder sie hat sich zu einem kahnförmigen Behälter aufgeblasen (der sich manchmal mit Wasser füllt), und den die Insekten nur durch einen engen Ausweg bei Narben und Antheren vorbei verlassen können. Die Mittellinie der Lippe ist oft mit den schönsten Farbenstreifen und Zeichnungen geziert, und bei der in Fig. 390 dargestellten, ebenfalls einheimischen Orchidee führt ein Honigpfad (n) gradenwegs zu der Stelle, wo man sich die Hörner zu holen und sie demnächst abzustreifen hat. Fast bei jeder Orchidee ist Blumenform und Befruchtungsart eine andere und unter den ausländischen giebt es höchst

erstaunliche, von Darwin in seinem Orchideenbuche beschriebene Fälle, aus denen deutlicher als irgendwo hervorleuchtet, wie viel Mannigfaltigkeit die Insektenzüchtung in die Blumenwelt gebracht hat.

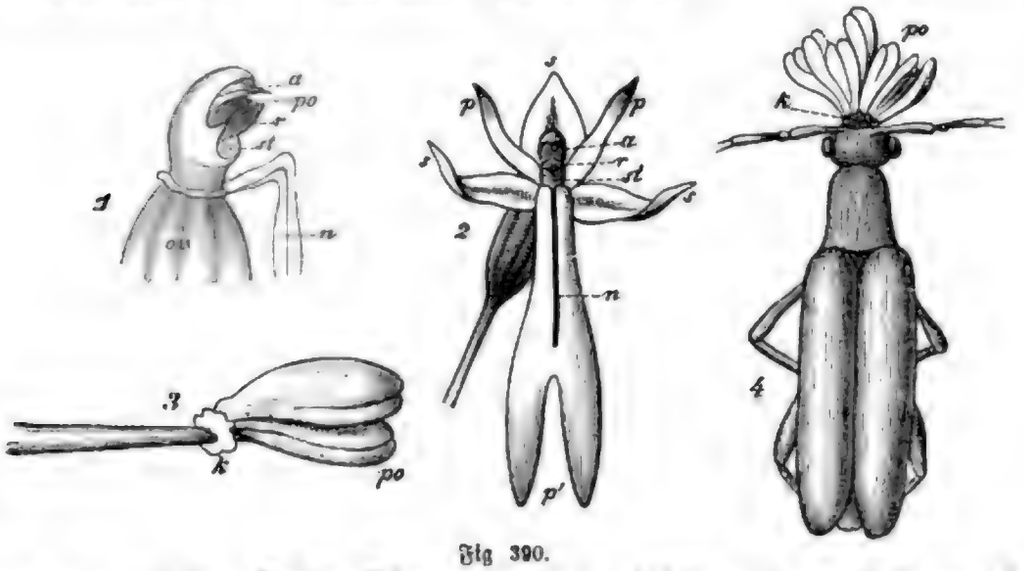


Fig 390.

Listera ovata. 1. Oberer Theil der Blüthe von der Seite. 2. Blüte von vorn. 3. Die einer Nadel angeklebten Pollinien. 4. Ein Käfer (Grammoptera laevis) mit zahlreichen Pollinien auf der Stirn. Alle Figuren vergrößert. Nach H. Müller. a Anthere, po Pollinien, r Rostellum, k Klebmasse, st Narbe, s Kelchblätter, p Blumenblätter, p' Unterlippe, n Nektarstreifen, ov Fruchtknoten.

Aber auch in vielen andern Pflanzenfamilien hat die auf Sicherung der Kreuzbefruchtung hinarbeitende Naturzüchtung sehr merkwürdige Einrichtungen hervorgerufen. So hat Fritz Müller in neuerer Zeit die Aufmerksamkeit auf Blumen mehrerer verschiedener Familien gelenkt, welche zweierlei Staubfäden hervorbringen, auffälliger gefärbte, oft blumenblattartig umgebildete, die den Besuchern zur Nahrung dienen, und unscheinbarere, welche den befruchtenden Blumenstaub liefern. Bei mehreren Formen unseres gemeinen rothen Wiesen-Weiderich (Lythrum Salicaria) finden wir eine derartige Arbeitstheilung unter den Staubfäden, nämlich sechs längere Staubfäden mit dunkelgrünem fruchtbarem Blumenstaub und sechs kürzere mit goldgelbem unfruchtbarem, der den Besuchern zur Nahrung dient. Bei dieser Blume kommen drei verschiedene Formen vor, kurz-, mittel- und langgriffliche, bei denen der Griffel kürzer als beide Staubfädenkreise bleibt, oder den einen oder beide Kreise überragt (Fig. 391), und Darwin hat gezeigt, daß von den achtzehn zwischen diesen drei Formen möglichen Kreuzungen, die namentlich durch Bienen und langrüßlige Fliegen vermittelt werden, die-

Fig. 391.

Lythrum Salicaria. Die zugekehrte Seite der Blütenhülle ist weggeschnitten. A langgriffelig. B mittelgriffelig und C kurzgriffelig. Die Pfeile und punktirten Linien deuten die besten („legitimen") Kreuzungen an.

jenigen zwischen zwei Formen, bei denen sich Griffel und Staubfäden in ihrer Länge entsprechen, allein guten Samen liefern. Häufiger als ein derartiger Trimorphismus kommt ein entsprechender Dimorphismus, z. B. bei Primeln, Lungenkraut u. s. w. vor.

Bei der Züchtung verwachsenblättriger Saumblumen (Sympetalen) aus freiblättrigen, ist aber nicht selten ein Vorzug der letzteren preisgegeben, die Blumengröße, mit der in ihr liegenden Auffälligkeit. Denn obwohl es auch große Glocken- und Röhrenblumen giebt, so wird durch die Weite des Kelches der Vortheil, den der Ausschluß kurzrüsseliger Thiere gewährt, beeinträchtigt, und solche Blumen, wie die Gentianeen, Borragineen, Campaneln, Ericaceen mußten dahin gelangen, durch allerhand Schuppen, Reusen und andere Kelch-Verschlüsse, die unerwünschten Besucher abzuhalten. Der natürliche Charakter der Sympetalen ist Engröhrigkeit, und um den dadurch stattfindenden Verlust an Auffälligkeit wieder auszugleichen, finden wir bei ihnen oft das Auskunftsmittel, durch Zusammendrängen zahlreicher Blüthen zu gehäuften Blüthenständen sich bemerkbarer zu machen, besonders ausgeprägt. Man denke nur an die gehäuften Blüthenstände der Labiaten, Personaten, Primulaceen, Ericaceen, der kleinblüthigen Campaneln und vieler andern Familien. Auch kleinere freiblättrige Blumen, wie z. B. die der Schirmblüthler, Papilionaceen, Orchideen und vieler anderen drängen sich häufig zu dichten Schirmen, Ähren, Köpfen und Sträußen zusammen, um eine ähnliche Wirkung in die Ferne zu erreichen. Sind die Blumen ganz unscheinbar, so übernehmen mitunter die Deckblätter (Brakteen) der einzelnen Blüthen, indem sie sich vergrößern und zu einer zierlichen Manschette unter dem Blumenstrauß anordnen, auch mitunter lebhafte und glänzende Farben annehmen, das Geschäft der Insekten-Anlockung. Mit solchen aus Stützblättern gebildeten Straußmanschetten sehen wir in den „Zusammengesetzten Blumen" unsres Alpensträußes die oben herausragenden Astrantien (Astrantia major) geschmückt, und bei der links unten dargestellten Alpen-Mannstreu (Eryngium alpinum) formen die Hüllblätter eine schöne stahlblau schimmernde Rosette und machen die „blaue Distel" zum beliebten Hutschmuck der Aelpler. Beide Blumen gehören trotz ihrer abweichenden Tracht zur Familie der Schirmblüthler (Umbelliferen). Bei manchen tropischen Euphorbiaceen, namentlich bei der schönen Osterblume (Poinsettia pulcherrima) Mexiko's bilden die Hüllblätter eine brennend scharlachrothe Scheinblume um den unscheinbaren grüngelben Blüthenstrauß.

Der hier angedeutete Entwicklungsweg erreicht seinen Gipfelpunkt bei den Zusammengesetzten (Compositen), einer Pflanzenfamilie, bei deren Angehörigen eine Menge winziger Blüthen auf einem gemeinschaftlichen Blüthenboden und in einem korbartigen Hüllkelch eingeschlossen stehen, weshalb man sie auch Korbblüthler nennt (Fig. 392). Nach dem Verhalten der Sonnenblumen und vieler anderer Compositen zu schließen, hätte diese Vereinigung noch den Vortheil, eine Erhöhung der richtenden Kraft

Ranunculus Asiaticus

Digitized by Google

der Sonne auf den Stiel zu erzeugen, so daß dieser dem Laufe der Sonne mehr als bei einzelstehenden Blüthen folgt. Die Vorstufen dieser Gesellschaftsbildungen kann man bei den Scabiosen und noch besser bei den kopfförmig gehäuften Campanuln (Jasione, Phyteuma) sehen, und die erste Folge dieser Beschützung durch einen allgemeinen Kelch (gegen Regen und Unbilden der Witterung) war, daß die Einzelnblüthen ihre besondern Kelche verloren, die sich oft zu Flugvorrichtungen für die Samen (den sogenannten Pappus) zurückbildeten, wie wir sie bei dem Löwenzahn und den Disteln schon als Kinder kennen lernten. Die Einzelnblumen geben hierbei ihre

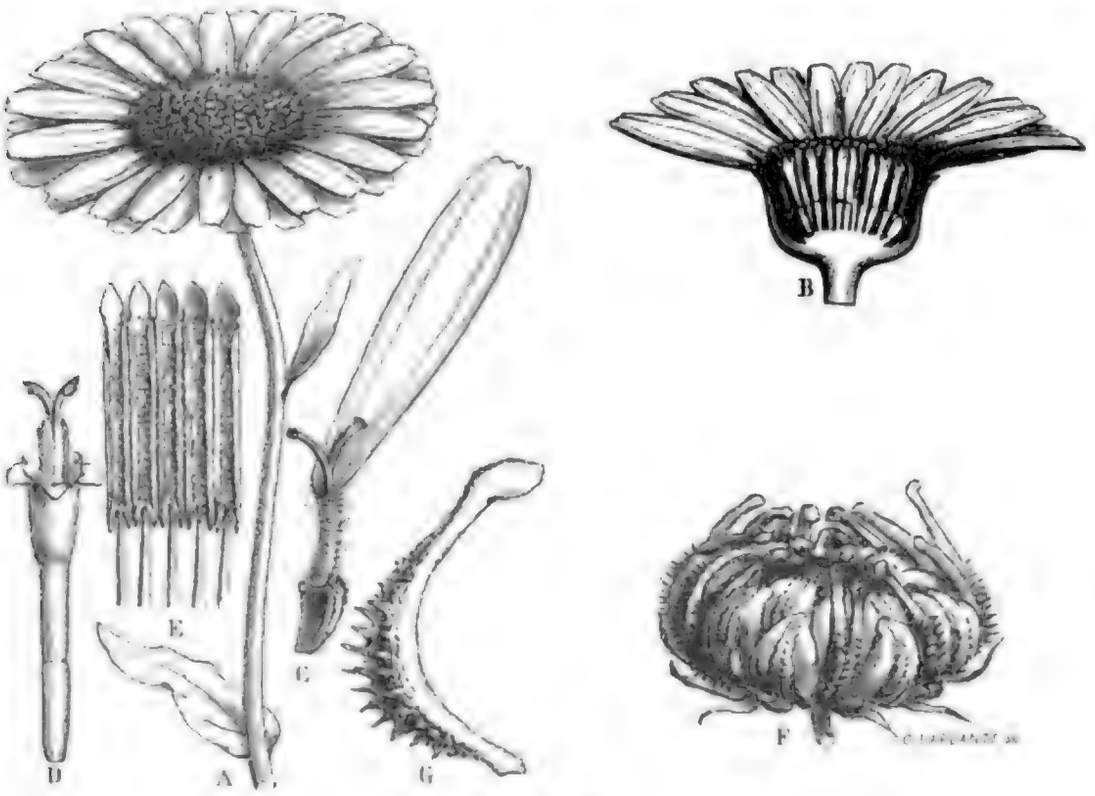


Fig. 392.

A Acker-Ringelblume (Calendula arvensis). B Köpfchen im Längsschnitt. C Weibliche Blüthe. D Zwitterblüthe. E Staubblätter. F Köpfchen mit reifen Früchten. G Reife Frucht.

Individualität fast gänzlich auf und ordnen sich durch Arbeitstheilung so vollständig einem Gemeinwesen unter, daß man ein gewisses Recht hat, mit Link und Schleiden die Compositen als „Blumen höherer Ordnung" zu betrachten.

Diese kleinen Blumenstaaten bieten den Insekten, die auf ihnen spazierend, bequem eine Blüthe nach der andern ausbeuten und befruchten können, so große Vortheile, daß wir uns nicht wundern dürfen, in den Compositen trotz ihrer späten Erscheinung, die an Arten und Gattungen reichste aller Pflanzenfamilien zu finden. Denn auch in ihr war die Fortbildung zu immer besserer Anpassung an den günstigsten Fortpflanzungsweg, also die Variations-Tendenz, noch keineswegs abgeschlossen. Die einfachsten Fälle sind dabei

diejenigen, wo alle Blüthen zwitterig und von gleicher röhrenförmiger Gestalt sind, wie bei den Disteln und Kletten. Diese Blumen sind jedoch nicht sehr auffällig und müssen oft durch Kopfgröße ersetzen, was ihnen an Farbenpracht abgeht. Hier kam nun eine morphologische Eigenthümlichkeit der Naturzüchtung zu Hilfe. In Folge eines leichterklärlichen Ernährungsvorganges erhalten bei dieser dichten Aneinanderdrängung der Blüthen die randständigen ein Vermögen sich zu vergrößern, das Geschäft der Insekten-Anlockung zu übernehmen und dafür die Blumenstaub- oder Samen-Produktion einzustellen, also unfruchtbar zu werden. Wir sehen dies, z. B. auch bei dem wilden Schneeball und bei den Flockenblumen, z. B. bei der auf unsrer Alpenblumen-Tafel dargestellten Bergflockenblume (Centaurea montana), welche einer Kornblume in doppelter Größe gleicht: vergrößerte, taube, nur die Anlockung besorgende Randblumen in beiden Fällen.

Wie aber die Saumbäume eines dichten Waldbestandes ihre Aeste nach außen breiten und eine ganz unregelmäßige Krone bilden, so verlieren die randständigen Blumen eines zusammengesetzten Blüthenstandes, wie wir etwas Aehnliches schon oben (S. 258) von den Korallenpolypen erfahren haben, häufig ganz ihre ursprüngliche nur von den Mittelblüthen bewahrte, regelmäßige Grundform; die nach außen und vom Stengel abgewendete Hälfte der Krone beginnt sich stärker auszubilden, die Blumen nehmen eine rachenförmige Gestalt mit vergrößerter Unterlippe an, oder verlängern sich zu einem langen Strahl (Strahl- oder Zungenblüthen), wobei sie gewöhnlich eingeschlechtig wie bei den Ringelblumen (Fig. 392) oder gar unfruchtbar werden. Sie dienen jetzt blos noch als Putz- und Anlockungsfahnen und nehmen zur bessern Erreichung dieses Zweckes häufig eine von den gelbbleibenden Scheibenblumen verschiedene Färbung an, z. B. eine weiße, wie bei Maaslieb und Kamille, oder eine möglichst abstechende, wie die violette der Astern, von denen die auf unserer Tafel dargestellte Alpenaster (Aster alpinus) ein besonders leuchtendes Beispiel giebt. Sind die Einzelkörbchen klein, wie bei den Schafgarben-Arten, zu denen die im Strauße dargestellte Moschus-Schafgarbe (Achillea moschata) gehört, so drängen sie sich wohl, ebenso wie die einfachen Blumen, zu dichten Schirmen oder Sträußen zusammen und werden dadurch auffällig.

Bei einer kleinern Gruppe der Compositen, zu denen die Beifußarten, Huflattiche und Immortellen gehören, war selbst dieses Mittel nicht sehr aussichtsreich, weil ihre Eigenthümlichkeit darin besteht, kleinere Köpfe mit winzigen Blüthen zu bilden. Wegen des geringen Unterschiedes der Stellung konnte deshalb von einem Ausstrahlen der Randblumen hier nicht wohl die Rede sein. Die Immortellen sind deshalb dadurch auffällig geworden, daß ihre Hüllkelchblätter lebhafte Farben angenommen haben; bei den andern haben sich die kleinen Köpfchen zu zusammengesetzten Blüthenständen vereinigt, die zum Theil, wie bei der Pestwurz (Petasites) schon im ersten Frühjahr und vor den Blättern erscheinen, um möglichst auffällig zu sein.

Es handelt sich also in diesen Fällen um einen aus zusammengesetzten Blumen gebildeten Blüthenstand, gleichsam um eine zweite Potenz des Vereinigungsprinzips. Das interessanteste Beispiel dieses Entwicklungsweges haben wiederum die Alpen in dem bekannten Edelweiß geliefert, dessen mit Recht bewunderte scheinbar einfache „Blume" ein zusammengesetzter Strauß aus zusammengesetzten Blüthen, eine Composition aus Compositen ist, bei welcher die weißfilzigen äußeren Brakteen, die gar nicht zur Blüthe selbst gehören, die Straußunterlage oder Manschette in der Gestalt einer schönen Sternblume bilden. Das Edelweiß ist als im Sinne des Vereinigungsprinzips höchste Leistung der Insektenzüchtung in die Mitte unsres Alpenblumenstraußes gestellt worden.

Trotz solcher schönen Einzelheiten ist jedoch die ästhetische Bedeutung dieser ungeheuer formenreichen Pflanzengruppe nicht groß, wie man schon daraus ersehen kann, daß unser Ziergarten außer Astern, Chrysanthemum, Georginen und Cinerarien ihr nicht viel wirklich schöne Blumen entnehmen konnte, und selbst an diesen wenigen hat die Kunstzüchtung noch das Meiste gethan. Es ist dies ein wichtiger Beleg dafür, daß die Blumen-Entwicklung nicht einem ästhetischen, sondern einem Nützlichkeits-Ideal, der möglichst vollkommnen Anpassung an die Daseinsbedingungen zustrebte. Denn unter den Compositen müssen wir augenscheinlich die Blumenkönigin suchen und vielleicht verdient unter ihnen die Sonnenblume, das verkörperte Abbild des Gestirnes, dessen Strahlen alle diese Schönheiten erweckten, den Platz auf dem Throne. Täuschen hier die Erdfunde nicht, so müssen nicht nur die Palmen, welche Linné als die Fürsten des Gewächsreiches betrachtete, die Ranunkeln, welche Dekandolle obenan stellte, und der Pomeranzenbaum, in welchem Reichenbach alle Vollkommenheiten vereinigt sah, sondern auch die Rose muß sich vor der neuen Blumenkönigin, der Sonnenblume neigen. Wir würden dann freilich versucht sein, von einem Rückschreiten der Pflanzenwelt in ästhetischer Beziehung zu reden, und es ist wohl möglich, daß sie den Höhepunkt in mancher Beziehung überschritten hat, woran vielleicht die abnehmende Sonnenwärme Antheil hat. Denn die anspruchsvollen Formen der Korbblumen sind in Wahrheit Geburten der gemäßigten Zonen und nur dort herrschend. Zwei Eigenheiten fallen uns im Kreise dieser Jüngstgeborenen der Schöpfung noch besonders in die Augen, eine Neigung, die Geschlechter wieder zu trennen, die unter den Blumenstaaten, welche die Verwandten der Sonnenblume in ihrem Kelche bergen, am deutlichsten ist, und die Seltenheit baumartiger Formen in ihrer großen Schaar. Unter allen Pflanzenklassen scheint eine Verminderung der baumartigen Formen zu Gunsten der krautartigen in der Erdgeschichte stattgefunden zu haben. Baumartige Bärlappe und Schafthalme sind gänzlich von der Erdoberfläche verschwunden, die Zahl baumartiger Farne und Palmenfarne hat sich unzweifelhaft vermindert, die Zeit baumartiger Ein- und Zweiblattkeimer ist im Niedergange und die Zeit der Kräuter bricht herein. Immer

mehr werden wir genöthigt sein, durch künstliche Anpflanzungen alternde und zum Aussterben geneigte Baumformen zu erhalten, und darum werden wir ein Recht erhalten, die Neuzeit, im Gegensatze zu den Farn-, Nadelholz- und Laubwäldern der früheren Epochen, das Zeitalter der Culturwälder zu nennen.

Eine von der im Vorstehenden geschilderten sehr abweichende Art der Insekten-Anlockung finden wir bei den „insektenfressenden Pflanzen", von denen einige schon im vorigen Jahrhundert die Aufmerksamkeit der Forscher erregt haben. Darwin hat neben den höchst reizbaren Sonnenthau-(Drosera-)Arten und der zu demselben Geschlecht gehörigen Venusfliegenfalle, auf eine in Portugal vorkommende Droseracee, das Thaublatt

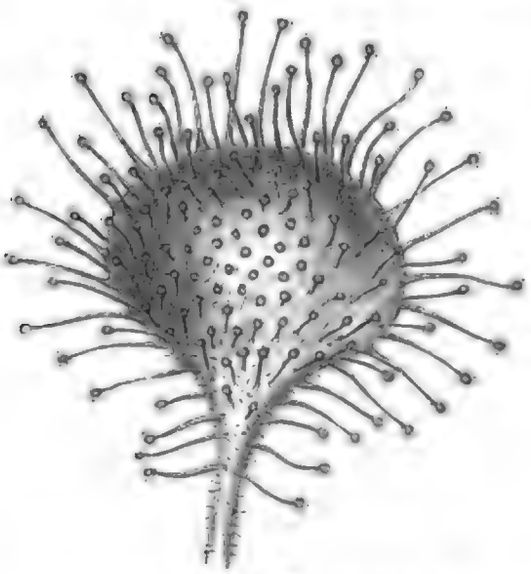


Fig. 393.
Blatt von Drosera rotundifolia, mit ausgebreiteten Fangdrüsen. (Vergr.)

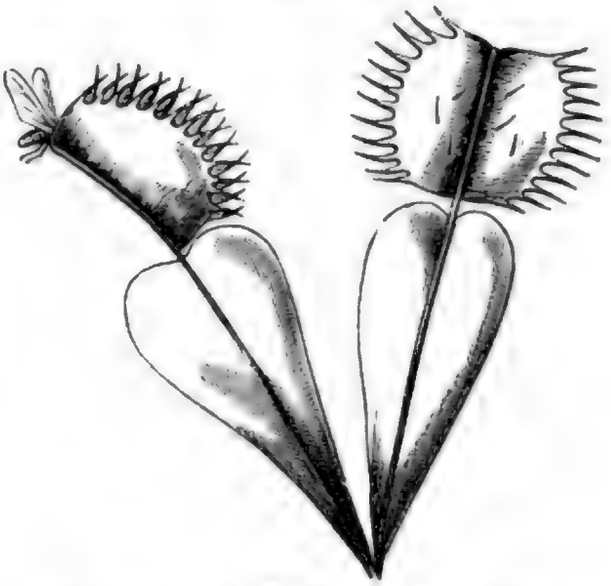


Fig. 394.
Zwei Blätter der Venus-Fliegenfalle, offen und geschlossen.

(Drosophyllum) aufmerksam gemacht, dessen länglich schmale Blätter auf beiden Seiten mit zahlreichen Drüsenhaaren bedeckt sind, die reichlich einen sauren Schleim absondern, wenn sich an dieser lebendigen Leimruthe ein Insekt gefangen hat, im Uebrigen aber nicht reizbar und unbeweglich sind. Aehnlich verhalten sich anscheinend zwei Droseraceen vom Cap der guten Hoffnung und Australien (Roridula und Byblis) und es ist leicht zu denken, daß, nachdem eine Pflanze den Anfang gemacht hatte, die eingefangenen Insekten zu verdauen, und sich bei dieser neuen Ernährungsart wohl befand, dann dieses Vermögen durch natürliche Züchtung ausgebildet werden konnte. Da diejenigen Abarten, deren Drüsenfäden und Blätter reizbar wurden, sich auf dem gefangenen Insekt zusammen neigten und eine Art Magenhöhle zur bessern Ansammlung des Verdauungssaftes bildeten, sich besser ernähren mußten, so konnten sie durch Ausbildung dieses Vermögens die anderen Varietäten aus dem Felde schlagen. Noch unter den Drosera-

Arten selbst, die man wegen ihrer Drüsenausscheidungen und weil sie am hellen Mittag bethaut erscheinen, Sonnenthau nennt, finden sich solche mit schmalen, beiderseits drüsigen Blättern, wie bei den eben genannten Verwandten, aber diejenigen Arten, deren Blätter sich um den Fang zusammenschließen, sind nur noch auf der oberen Seite mit Saftdrüsen besetzt. Diese wirken gleichzeitig wie Fangfäden (Tentakeln), die im gewöhnlichen Zustande ausgebreitet (Fig. 393), sich auf dem Beutestück zusammenneigen und es mit auflösendem Schleim, der ähnliche verdauende Eigenschaften wie der Magensaft der Thiere besitzt, umhüllen. Während aber bei den zahlreichen Drosera-Arten die Drüsenhaare zugleich fangende, aussondernde und einsaugende Organe sind, tritt bei einigen ihrer Verwandten eine fernere Arbeitstheilung ein. Der Stengel der amerikanischen Venus-Fliegenfalle (Dionaea muscipula) ist mit einer Wurzelblattrosette umgeben, die auf jeder Blattfläche (Fig. 394) nur noch sechs Wimpern besitzt, während der Blattrand den Augenwimpern vergleichbar, mit einer dicken Reihe steifer Borsten besetzt ist. Weder die Wimpern des Blattes, noch die des Randes sind fähig, Flüssigkeit auszusondern oder einzusaugen, sondern die ersteren dienen nur noch als Tast-, die letzteren als Fangorgane. Sobald ein Insekt eine jener Borsten berührt, klappt das Blatt rasch zusammen und die Randwimpern verschränken sich, wie die Finger eines Betenden, um den Fang sicher zu halten. Als Verdauungssaft aussondernde und einsaugende Organe dienen dagegen besondre, in der Blattfläche versenkte Drüsen. Sehr ähnlich ist die Einrichtung bei der ebenso empfindlichen Aldrovanda, einer in wärmeren Ländern verbreiteten Wasserpflanze derselben Familie.

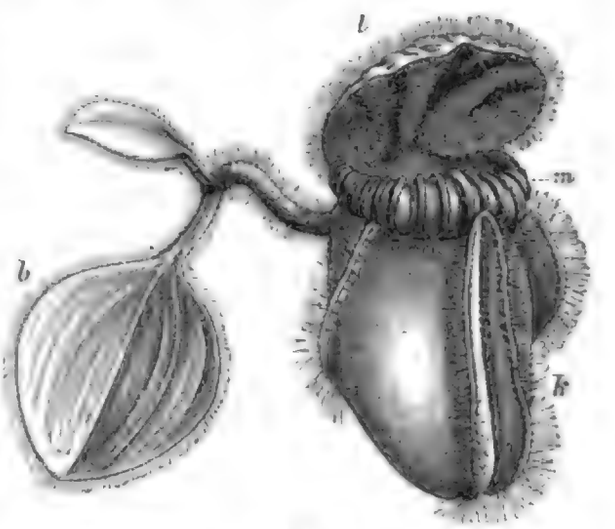


Fig. 395.
Cephalotus follicularis. k krugförmiges Blatt mit dickem, gerippten Rande (m) und Deckel (l), b gewöhnliches Laubblatt.

Man kann somit bei den Droseraceen beinahe Schritt für Schritt verfolgen, wie sich ein neuer Ernährungsweg zu einer Vollkommenheit ausbilden konnte, der dem Naturfohn wie das Erzeugniß sorgsamster Ueberlegung und Verschlagenheit erscheint. Denn auf die Droseraceen mit unbeweglichen Blättern und Drüsen folgen solche mit langsam sich bewegenden Organen und endlich andere mit energisch wirkenden Schnappvorrichtungen. Auch hier eine Reihenfolge, in welcher die allmälige Herausbildung eines am Ende erstaunlich wirkenden Mechanismus nicht zu verkennen ist. Merk-

würdig bleibt es dabei jedenfalls, daß Pflanzen einen Weg eingeschlagen haben, um nach Art der Raubthiere zu leben. Der Magen, der früher als unterscheidender Charakter der Thiere galt, hat sich bei einigen Sumpfpflanzen aus den Familien der Nepentheen, Sarraceniaceen, Cephaloteen (Fig. 395) und anderer sogenannter Kannenpflanzen in aller Form als hohler, mit Verdauungsflüssigkeit gefüllter Deckelkrug oder Schlauch eingestellt, in welchem durch bunte Zeichnungen und süße Ausscheidungen angelockte Kleinthiere immerfort verdaut werden.

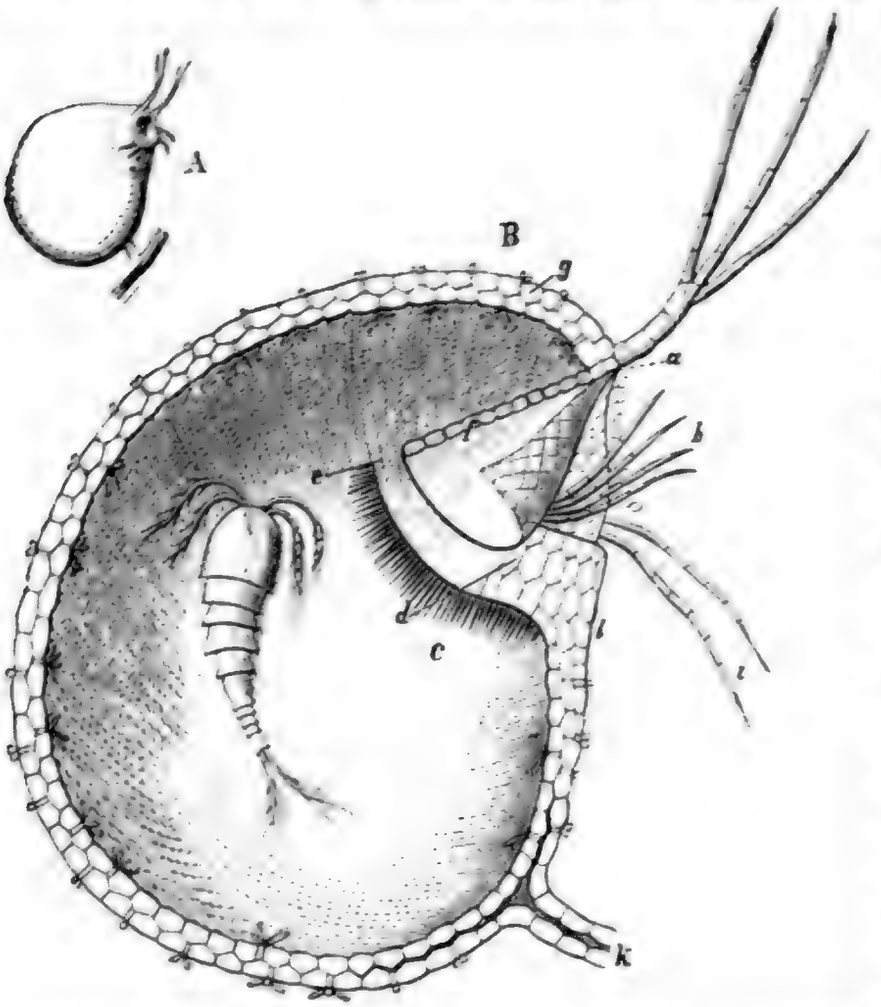


Fig. 396.
A Fangapparat von Utricularia vulgaris, schwach vergrößert. B Derselbe im Durchschnitt, stärker vergrößert, h Eingang, ai Wimperhaare, df Klappthür. (Nach Cohn).

Uebrigens scheint diese Gewohnheit einzelner Pflanzen, nach Art der Thiere von Beute zu leben, im Ganzen doch wenig Nachfolge gefunden zu haben, obwohl durch Versuche festgestellt worden ist, daß regelmäßig mit Fleischstückchen gefütterte Drosera-Arten drei- bis viermal soviel Samen erzeugten, als im Uebrigen unter denselben Bedingungen gehaltene, fastende Pflanzen.

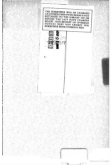
Die Arten des Wasserhelms oder Blasenkrauts (Utricularia), welche in unsern Torfsümpfen und Torfgräben schwimmen, sind mit richtigen Fangeinrichtungen nach Art gewisser Mäusefallen oder Fischreusen ausgerüstet, um darin kleine Wasserthiere zu fangen. Zwischen den Abschnitten der haarförmig zertheilten Schwimmblätter sehen wir kleine Bläschen (Fig. 396) unter Erbsengröße, die hinter ihrer, von trichterförmig stehenden Wimpern umgebenen Eingangsöffnung (h) eine durchsichtige, leicht bewegliche Klappthür (df) besitzen, welche die Wasserthiere, die in den

Bläschen vielleicht einen behaglichen Schlupfwinkel vermuthen, wohl zurückstoßen, aber nicht von innen zu öffnen verstehen, da sie sich elastisch an den sogenannten „Kragen" (c b) anschließt. Und zwar sind es nicht blos winzige Wasserflöhe, Krebse, und andere niedere Thiere, sondern wie G. E. Simms beobachtet hat, werden darin auch häufig junge Wirbelthiere, eben ausgeschlüpfte Fische, gefangen. Da die Drüsen und verzweigten Härchen der Blase keinen verdauenden Saft absondern, so sind es wahrscheinlich nur die Verwesungsprodukte der gefangenen Thiere, welche dem schwimmenden Gewächs zu Gute kommen.

Ein eigenthümliches Gefühl beschleicht uns, wenn wir die bunte Au betrachtend, uns sagen müssen, daß wir diesen Farben-, Düfte- und Formenreichthum vor allem den Insekten zu danken haben, und daß unser Garten mit seinen prächtigen Blumen und edlen Früchten bei aller darauf verwendeten Kunst nur ein schwaches Seitenstück zu diesen unendlichen Leistungen der Naturzüchtung ist. Die Ergründung des genaueren, vielverzweigten Stammbaumes der Pflanzen wird eins der schwierigsten Probleme der Zukunft bleiben. Denn viel verborgener liegt hier der allgemeine Zusammenhang der Stammbaumszweige, als im Thierreiche, wo man niemals so künstliche Systeme aufgestellt hat, wie für die Pflanzen, und große natürliche Gruppen, wie Insekten, Weichthiere, Fische, Vögel, Amphibien und Säuger stets als solche anerkannt hat. Bei den Pflanzen dagegen sehen wir wohl deutlich Familien gemeinsamer Abstammung sich abgrenzen, und auch die gegenseitige Verwandtschaft einzelner Familien sich andeuten, aber wir sind noch weit entfernt, ein wirklich generelles und genealogisches System, wie es doch gewiß das einzige natürliche und wahre ist, aufstellen zu können. Der Grund liegt einerseits in der Einseitigkeit des Pflanzenlebens, und andererseits in der Vielseitigkeit, mit der es die Einwirkungen der bunten Thierwelt wiederspiegelt. Unter diesen mannigfachen äußern Umwandlungen liegt aber die Grundverwandtschaft der Familien wie unter einem buntgestickten Schleier verhüllt.

Am meisten Hoffnung hat der Systematiker, wenn er das täuschende Gewand der mannigfachen Anpassungsähnlichkeiten abstreifend, sich von der Entwicklungsgeschichte und den Eigenthümlichkeiten der Jugendzustände leiten läßt. Schon Jussieu hatte klar erkannt, daß die embryonalen Charaktere der Pflanzen die beständigsten und die natürliche Verwandtschaft am sichersten ausdrückenden sind. Man denke an die großen Gruppen der Mono- und Dicotylen, die nach dem Embryo und der Keimung unterschieden worden sind und durchaus das Gepräge wirklich von jeher getrennter Abstammung besitzen. Aehnliche beständige Charaktere liefert die Versorgung des Embryos im Samen mit Eiweißstoffen. So z. B. ist der Samen bei den nahe verwandten Familien der Cruciferen, Capparideen und Resedaceen eiweißlos. Auch die Beschaffenheit der Eiweißversorgung charakterisirt ganze Familien. So ist es bei den Euphorbiaceen ölig, bei den Gräsern mehlig, bei den

Rubiaceen hornartig. Ferner kann in der Lage des Embryos bei ganzen Gruppen der Charakter engerer Verwandtschaft sich ausprägen. So umschließt er den Eiweißkörper peripherisch bei den Chenopodeen, Phytolacceen, Scleranthеen, Paronychiaceen, Amaranthaceen, Portulaceen und Caryophylleen, und es ist wahrscheinlich, daß hierdurch eine gemeinsame Abstammung aller dieser Familien angedeutet wird.

So auf das Ganze blickend und das Werden der bunten Mannigfaltigkeit des Pflanzenreichs betrachtend, mögen wir die wechselnde Blumen-Dekoration der Erde fast wie ein Jahreszeitenkleid betrachten, welches die Erde in dem großen Weltenjahr abgetragen, erneuert und meist verschönert hat. Man darf dabei nicht an plötzliche Veränderungen glauben, wie sie uns phantasmagorische Darstellungen zeigen, die das Bild des Steinkohlenwaldes plötzlich durch dasjenige der Ufervegetation der sekundären Inselwelt ersetzen. Als die baumartigen Bärlappe mit ihrem dichten Schuppenpelze von Nadelbäumen in der Tracht der Araukarien verdrängt wurden, hätte ein ungeübtes Auge den Wechsel kaum erkannt, und ebenso allmälig gingen die Farnbäume durch Palmenfarne in Pandanen und echte Palmen über. Unscheinbar mischten sich die ersten Blüthenbäume unter die blumenlosen, ganz langsam traten auffallendere und immer prächtigere Erscheinungen in den Reigen. Darum aber waren diese Pflanzen nicht weniger getreue Abbilder ihrer Zeit und für das tiefer blickende Auge des Forschers haben sie diesen Charakter selbst auf unsere Tage gerettet. Wenn wir im tropischen Urwalde den Farnbäumen begegnen und uns durch das Selaginellen-Gestrüpp winden, schwebt das Bild der Steinkohlenzeit mit seinem gedämpften Licht und der dunstigen Atmosphäre vor unserem inneren Auge neu herauf. Die Atolle der Südsee mit ihren kaum aus dem Wasser hervorragenden und von kleinen Vierfüßlern belebten Palmen- und Pandanenhainen erinnern uns an jene aus dem Jurameer aufragenden Korallenriffe, die auch damals nur von Pflanzen besiedelt werden konnten, deren Früchte, wie die der Palmen, lange im Seewasser schwimmend, ihre Samen keimfähig erhalten. Die Kunst, meinen wir, sollte sich diese Erkenntniß zu Nutze machen. Raphael und Michel Angelo haben die Weltschöpfung, Pouſſin und Kaulbach die Sintfluth gemalt, indem sie allein aus der Bibel schöpften; sollte es nicht für moderne Künstler eine lockende Aufgabe sein, einmal aus der Bibel der Natur zu schöpfen, und was bisher nur Naturforscher, wie Unger und Oswald Heer, unternommen haben, vorweltliche Landschaften zu malen, lockend für einen Potter und Roos der Vorwesenkunde sie mit den lebendigen Gestalten der Vorwelt zu bevölkern? Sonst hat die Kunst mit Vorliebe riesige Ungethüme und dergleichen dargestellt, hier fänden jene Gestalten ihren berechtigten Platz und es ließe sich bei dem Bilde etwas denken. Ein großes Feld reicher, noch ungehobener Schätze birgt sich hier für den auf tiefere Studien gestellten Genius.

Digitized by Google